Aus der Staatl. Chirurgischen Universitätsklinik der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster (Westf.). (Prof. Dr. H. Coenen).

Die traumatische Extremitätengangraen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster (Westf.)

vorgelegt von

Franz Northoff

aus Ostenfelde b. Oelde i. W.

Münster 1937

Buchdruckerei Thiele, Gütersloh i. Westf.

Dekan: Prof. Dr. Jötten.

Referent: Prof. Dr. Hertel.

Korreferent: Prof. Dr. Coenen.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster (Westf.).

Meiner lieben Mutter.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547223_0079

Die traumatische Extremitätengangraen.

Gewebe, die nicht genügend ernährt werden, verfallen dem örtlichen Gewebstode, dem Brande. Brand, allgemein-pathologisch betrachtet, ist eine bestimmte Form der Nekrose, die unter Zutritt von Luft vor sich geht. Man unterscheidet trockenen und feuchten Brand. Der trockene Brand oder die Mumifikation tritt dann ein, wenn sich das Gewebe durch langsame Sperrung des arteriellen Zuflusses vorbereiten kann. Es sind hier keine Fäulnisbakterien im Spiele wie beim feuchten Brand, der eigentlichen Gangraen, die das Gewebe verflüssigen und welche meist dadurch entsteht, daß die betreffende Gewebspartie plötzlich aus der Ernährung ausgeschaltet wird, ohne daß ihr Blutgehalt langsam verringert wurde. Zur Erhaltung der Organe in ihrem normalen Zustande ist erstens die anatomische und physiologische Unversehrtheit der Gewebszellen zu fordern. Es kann zum Zelltod und anschließenden Untergang der Interzellularsubstanz kommen, wenn durch Störungen in der chemischen und physikalischen Struktur der Zelle ein geregelter An- und Abbau nicht mehr vonstatten geht. Hier ist die „innere Desorganisation" der Zellen, wie V i r c h o w sich ausdrückt, der Grund für das Auftreten der Nekrose. Eine zweite und praktisch viel wichtigere Ursache des Gewebstodes ist die Unterbrechung der Blutzufuhr, die plötzliche oder langsame Ausschaltung von Gewebsteilen oder Organen aus dem Kreislauf.

Nach C e e l e n unterscheiden wir 2 Brandformen.

A. Die „parenchymatöse Gangraen", der Brand, der durch direkte Gewebs- und Zellschädigungen hervorgerufen wird. Die Ursachen können mechanischer Art sein. Gewaltsame Verletzungen der Teile durch Quetschungen, Zermalmungen usw. Weiterhin können thermische, infektiöse, toxische und dyskrasische Einwirkungen direkte Zellschädigungen hervorrufen.

B. Den „vaskulär-zirkulatorischen Brand", der durch Kreislaufstörungen hervorgerufen wird. Sei es nun, daß das Hindernis im arteriellen Schenkel des Kreislaufes liegt, oder daß ein genügend großer Teil des venösen Abflußquerschnittes verlegt wird. Chronische Kompression, vollständige oder partielle Kontinuitätstrennungen, Embolie und arterielle Thrombose der Gefäße sind die häufigsten Ursachen dieser vaskulär-zirkulatorischen Gangraen.

Sowohl die parenchymatöse wie auch die vaskulär-zirkulatorische Gangraen können durch Trauma bewirkt werden, sodaß wir uns mit beiden Formen bei der Betrachtung der traumatischen Extremitätengangraen auseinanderzusetzen haben. Die größte Zahl der Gefäßverletzungen brachte uns der letzte große Krieg. Dem alten Bleigeschoß der früheren Kriege konnten die Gefäße ausweichen, wurden von ihnen beiseite geschoben oder derartig zerrissen, daß sofortige Verblutung eintrat. Der Grund für die große Menge der Gefäßverletzungen des Weltkrieges liegt also zum Teil mit in der Anwendung des modernen Spitzgeschosses mit seiner hohen Rasanz, vor dem es kein Ausweichen gab. Stich berechnete die Zahl der Gefäßverletzungen im Weltkriege mit unmittelbar tödlichem Ausgang allein auf 40—45% sämtlicher Gefallenen. Auf den Verbandsplätzen wurden die Gefäßverletzen versorgt. Die Gefäße wurden am Orte der Verletzung unterbunden. Man vermied möglichst die Unterbindung der Gefäße am Orte der Wahl, da aus dem sich nach Unterbindung des Hauptgefäßes bildenden Kollateralkreislauf Nachblutungen zu befürchten waren. Zur Behandlung der Spätfolgen der Gefäßverletzungen der Aneurysmen und Nachblutungen, die dann in den Lazaretten und in der Heimat zur Behandlung kamen standen zwei Methoden zur Verfügung, die Ligatur und die Gefäßnaht.

Gefäßverletzungen im Frieden treten zahlenmäßig gegenüber den im Kriege beobachteten Fällen zurück. Auch stehen bei den im Frieden vorkommenden Verletzungen der Gefäße die durch scharfe Gewalt hervorgerufenen im Hintergrunde. In der Hauptsache werden dieselben durch stumpfe Gewalteinwirkungen hervorgerufen, die teils direkt oder indirekt zur Verlegung des Gefäßrohres führen.

Die Prognose einer Gefäßverletzung, ob es sich nun um eine primäre Gefäßverletzung oder sekundäre Gefäßläsion handelt, hängt von der Lage und Größe des Gefäßes ab, dann aber auch von der Art der Verletzung und den späteren Komplikationen. Granatsplitterverletzungen der Gefäße, die meist durch große Muskeldefekte und Knochenzertrümmerungen kompliziert sind, führen, wenn große Gefäße betroffen werden und nicht sofortige Hilfe zur Stelle ist, durch Verblutung nach außen in der größten Mehrzahl zu Tode.

Bei Verletzungen durch Stich oder bei engem Schußkanal, wie er durch kleinkaliberige Geschosse hervorgerufen wird, kommt es nach anfänglicher geringer Blutung nach außen häufig zur Ausbildung eines Hämatoms, da der enge Verletzungskanal verklebt und die Muskelfasern sich gegeneinander verschieben. Auch kann bei diesen Gefäßverletzungen, wo eine Kommunikation zwischen Außenwelt und Gefäß bestehen bleibt, das Sinken des Blutdruckes infolge des großen Blutverlustes, ein thrombotischer Gefäßverschluß oder die Einrollung der Gefäßintima zum Stehen der Blutung führen.

Die Gefahr der Nachblutung nach erfolgter Hebung des Blutdruckes ist besonders groß bei den Fällen, wo Blutkoagula mechanisch zur Selbsttamponade geführt haben.

Die Extremitäten zeigen nach Verletzungen bzw. Unterbindungen ihrer Hauptgefäße ein sehr unterschiedliches Verhalten. Nach Unterbindungen sind die Beine weit häufiger als die Arme der Gangraen ausgesetzt. Oft bleibt ein Glied nach Ausschaltung seiner Arterie oder Vene oder selbst beider erhalten, und zwar häufiger die Arme als die Beine. Kommt es zur Ausbildung einer Nekrose, so ist die Entwicklung des Kollateralkreislaufes, die unter günstigen Bedingungen zustande kommt, in irgend einer Weise gestört. Wichtig für die Entwicklung des Kollateralkreislaufes ist der Allgemeinzustand des Patienten, die Herzkraft, der Blutverlust bei der Verletzung bzw. Operation und die Blutzusammensetzung (Anaemie, Diabetes, Infektionskrankheiten). Atherosklerose, Phlebektasien, Thrombose, Entzündungen und Erschwerungen des Kreislaufes durch Blutergüsse unter den unnachgiebigen Faszien, enge Verbände und herabhängende Lage des Gliedes wirken weiterhin hemmend auf die Entwicklung des Kollateralkreislaufes. Aus der Statistik von E. Wolff geht hervor, daß die Zahl der Nekrosen an der oberen Extremität nach Ligaturen an den größeren Gefäßstämmen kleiner ist als an der unteren Extremität.

Heidrich hat die in den Jahren 1911 bis 1921 in der Literatur veröffentlichten Fälle von Gefäßunterbindungen zusammengestellt und daraufhin untersucht, wie weit Ernährungsstörungen danach auftraten und unter welchen Bedingungen.

(Aufstellung Heidrich: Obere Extremität):

Bei 405 Ligaturen der oberen Extremität trat 21 mal Gangraen auf = 6,4%.

Bei 33 Ligaturen der Arterie allein 19 mal Gangraen = 5,9%.

Bei 23 Ligaturen der Vene 0 mal Störungen.

Bei 49 Unterbindungen der Arterie und Vene 2 mal Ernährungsstörungen auf = 4,1%.

Davon fallen auf die einzelnen großen Gefäßstämme:

72 Ligaturen der Art. subclavia, 7 mal Gangraen = 9,7%.

9 Ligaturen der Vena subclavia 0% Gangraen.

14 Unterbindungen der Art. und Vena subclavia 1 mal Ernährungsstörungen = 7,1%.

101 Ligaturen der Art. axillaris 9 mal Gangraen = 9,8%.
11 Ligaturen der Vena axillaris 0 Gangraen.
16 Ligaturen der Arteria und Vena, 1 mal Gangraen = 6,2%.
98 Unterbindungen der Arteria brachialis, 3 mal Gangraen = 3,1%.
3 Ligaturen der Vena brachialis 0% Gangraen.
19 Ligaturen der Arteria und Vena brachialis 0 mal Gangraen.
15 Ligaturen der Art. cubitalis 0 mal Gangraen.
30 Ligaturen der Art. radialis 0 mal Gangraen.
13 Ligaturen der Art. ulnaris, keine Ernährungsstörungen.
4 Unterbindungen der art. radialis und ulnaris 0 mal Ernährungsstörungen.

Aus dieser Zusammenstellung zieht Heidrich den Schluß, daß die großen Gefäße des Schultergürtels und Armes ohne große Gefahr unterbunden werden können. Zu jedem Gefäßabschnitt der oberen Extremität gehört ein entsprechend großes Muskelgebiet. Die Muskelmassen sind reichlich vaskularisiert und geben somit den denkbar besten Boden für die Bildung eines ausgiebigen Kollateralkreislaufes ab. Bei Ausfall der Arteria subclavia, axillaris oder brachialis, springen hierfür die Gefäße der großen Brust- und Schultermuskulatur ein, die Arteria mammaria, transversa scapulae, thoraco-dorsalis, thoraco-acromialis, subcapularis usw. und sichern eine ausreichende Blutzuleitung in das zentral unterbundene Hauptgefäß. Von größerer Bedeutung für die Erhaltung der oberen Extremität ist die Unterbindung der Art. brachialis unterhalb der Abgangstelle der Art. circumflexa humeri post. Zum Ausgleich steht hier nur eine Anastomose zur Verfügung, welche unter dem M. Deltoideus zur Art. profunda brachii und zum caput longum des Triceps geht. In der größten Anzahl der Fälle genügt auch dieser Kollateralkreislauf, um eine genügende Versorgung des Unterarmes zu sichern. Nach der Statistik von Heidrich hatte die Unterbindung der Arteria cubitalis nie Gangraen des Unterarmes zur Folge, was nicht überrascht, da die Unterbindung der Art. cubitalis als nicht Gangraengefährlich gilt. Wir haben am Ellbogen zwei Paare von Anastomosen, die Arteriae recurrentes und collaterales und eine art. interossea recurrens. Diese Gefäße versorgen nicht nur die Sehnen und die Gelenkkapsel, sondern in erster Linie auch die über die Beugeseite des Gelenkes verlaufende Muskelmasse des m. brachioradialis und extensor carpi radialis, die oberflächlichen Flexorenschichten und den m. brachialis. Ohne Störungen verlaufen die Unterbindungen an den Unterarmarterien.

Rieder erlebte bei 23 Ligaturen der großen Gefäße der oberen Extremität in drei Fällen Exitus letalis, in zwei Fällen Gangraen des Unterarmes und einmal Hautnekrosen des Ellenbogens.

Die Armgangraen trat in beiden Fällen auf nach Unterbindung der Art. subclavia. Im ersten Falle wurde der Patient operiert wegen Aneurysmarecidivs der Subclavia. Ligatur der Vena und Arteria subclavia. Gangraen des Armes am 8. Tage. Tod durch Nachblutung. Im Falle zwei handelte es sich um eine Zerreißung der Art. Subclavia post luxationem humeri. Gangraen des Armes nach Ligatur der Art. subclavia. Die oberflächlichen Hautnekrosen des Ellbogens erfolgten nach Unterbindungen der Art. brachialis. Dieselben konnten aber auch, was allerdings nicht zu beweisen war, durch Quetschungen hervorgerufen worden sein.

Rieder empfiehlt bei der Freilegung von Gefäßen möglichst schonend vorzugehen und dieselben nur auf kurze Strecken hin freizupraeparieren, um nicht etwa durch Verletzung der Vasa vasorum und des Sympathicus Ernährungsstörungen zu bewirken. Gefährlich ist auch nach seiner Ansicht aus den schon erwähnten Gründen die Unterbindung der Art. brachialis unterhalb des Abganges der Art. circumflexa humeri post. Im Bereich der Schulter ist eine Ligatur weniger gefährlich. Die eventl. hohe Teilung der Art. brachialis kann sich bei Ligatur für die Erhaltung der Extremität nur günstig auswirken. Eine Verbesserung des Kollateralkreislaufes läßt sich durch vor der Operation methodisch ausgeführte Gefäßkompression herbeiführen. Die Prognose ist umso günstiger, je längere Zeit zwischen Operation und Verletzung liegen. Eine Verbesserung der Blutversorgung durch kombinierte Arterien und Venenunterbindung beobachtete Rieder nicht.

Sehrt sieht in der Aussaugung des Venenblutes bei Unterbindung der Arterie allein einen wichtigen Faktor für das Eintreten der Gangraen. Er glaubt, daß ein venöses Reservoir ein Glied solange vor Eintritt der Gangraen bewahren könne, bis sich der Kollateralkreislauf ausgebildet habe. Nach Sehrt

A) untere Extremität
   1.) Unterbindung der Arterie allein 20% Gangraen,
   2.) Unterbindung der Arterie und Vene 9% Gangraen.
B) obere Extremität
   1.) Unterbindung der Arterie allein 7,8% Gangraen,
   2.) Unterbindung der Arterie und Vene 0% Gangraen.

Durch einen physikalischen Versuch erläutert Propping, daß nach Unterbindung einer Hauptarterie die Ernährung des Gliedes gefährdet sein kann durch unzureichende Füllung des Capillargebietes bewirkt durch zu reichen venösen Abfluß. Neben dem Versagen des Kollateralkreislaufes gilt als zweite Hauptursache der Gangraen die Störung des Gleichgewichtes zwischen kollateraler arterieller Zufuhr und venösem Abfluß. Er empfiehlt für die Fälle, wo

erfahrungsgemäß Gangraen zu erwarten ist, die gleichzeitige Unterbindung von Arterie und Vene. Küttner, Krüger und Lexer raten wegen der Stauungserscheinungen, die sie oft im Gefolge hat, von der Venenligatur ab.

Von großer therapeutischer Bedeutung ist die Ausräumung des komprimierenden Haematoms. Von Jansen wird empfohlen, den Gewebedruck durch breite Inzisionen der Haut und Faszie herabzusetzen und das erreichbare Haematom digital auszuräumen.

Die Gefäßschädigung vollzieht sich nach gewissen gesetzmäßigen Bedingungen. Von großem Einfluß sind anatomische Momente. Am Unterschenkel verlaufen mehrere größere Gefäße direkt am Knochen, sodaß die häufigen Gefäßverletzungen am Unterschenkel ihre anatomische Begründung haben. Ferner ist die Einbettung der Gefäße von Bedeutung. Vorspringende, sich im Augenblicke der Gewalteinwirkung anspannende Fascienstreifen können durch Fixation das Gefäß am Ausweichen behindern. Solche Fixpunkte sind für die Arteria poplitea der Adduktorenschlitz und der Arcus tendineus des m. soleus, für die Art. tibialis die membrana interossea. Die Art. femoralis wird bei extremer Beugung des Oberschenkels durch das lig. Pouparti fixiert. Weiterhin kann es an den Abzweigungsstellen größerer Gefäße zur Fixation derselben kommen.

Auch die mechanischen Momente unterliegen bestimmten Gesetzmäßigkeiten. Bei Überfahrungen besteht die Möglichkeit, daß ein Gefäß zwischen zwei entgegenwirkende Gewalten gerät. So kann das Gefäß und Nervenbündel auf dem planum popliteum bei Überfahrungen der Kniegelenksgegend durchquetscht werden, ohne daß der Knochen selbst verletzt wird. Auch die Gefäßquetschungen durch Einklemmung zwischen zwei Gelenkenden sind so zu verstehen. Bei den subkutanen Rupturen steht das Moment der Überdehnung im Vordergrund. Wenn das Gefäß zwischen Knochen- oder Gelenkenden fest eingeklemmt ist, so zerreißt es nach Böttichers' treffendem Vergleich „wie eine Schnur, die, an ihren Endpunkten fixiert, in der Mitte eine übermäßige Belastung durch Druck oder Zug erfährt". Außerdem spielt die Schnelligkeit, mit der das Arterienrohr gedehnt wird, eine wichtige Rolle. Oft wird das Höchstmaß der Dehnbarkeit gar nicht erreicht, da die Schnelligkeit der Anspannung die volle Dehnungsfähigkeit nicht zur Geltung kommen läßt. Als eine Vorstufe der durch Überdehnung zustande kommenden Rupturen sehen wir bei Sektionen Risse, Sprünge, selbst teilweise Ablösungen der spröden Intima. In ihrer Entstehung begünstigt wird die Ruptur bei einem pathologisch verändertem Gefäß (atheromatöse Veränderungen, jugendliche Angiosklerose).

Im Vordergrunde stehen die Gefäßverletzungen bei Frakturen. Anspießungen, Durchschneidungen, Kompressionen und Zermalmun-

gen kommen hierbei zur Beobachtung. Die Querschnittsläsion des Gefäßes ist meist mit Durchquetschung der Muskulatur und Querbruch des Knochens kombiniert. Die scharfe Schneide eines Bruchendes oder ein scharfkantiger versprengter Knochensplitter können ein Gefäß durchschneiden. Scheffler beobachtete in zwei Fällen die Kompression eines Gefäßes durch herausgesprengte Knochensplitter.

Durch Luxationen bewirkte Gefäßverletzungen sind relativ selten. Hier ist insbesondere die Schulterluxation zu erwähnen. Körte und Hoffmann haben die sich bei Schulterluxationen ereignenden Gefäßverletzungen zusammengestellt. Bei 57 Fällen findet sich 4 mal Gangraen mit Verlust des Armes, 16 mal bleibt der Arm mit durch Ischämie geschädigter Funktion erhalten, nur zwei Fälle sind mit guter Funktion ausgeheilt. Schwierig ist oft die Frage zu beantworten, ob die Gefäßverletzung eine Folge des Repositionsmanövers ist oder ob man sie als Begleiterscheinung der Luxation zu deuten hat. Das blutende Gefäß kann durch den Humeruskopf komprimiert sein, sodaß nach der Reposition sich einstellende Zeichen einer Blutung nicht ohne weiteres den Schluß berechtigen, daß die Gefäßläsion durch die Reposition entstanden ist. Bei den 44 von Körte aus der Weltliteratur gesammelten Fällen war nur 3 mal die Gefäßverletzung sicher durch Luxation entstanden. Den Verletzungsmechanismus kann man sich auf folgende Weise klar machen. Die Art. axillaris wird durch den luxierten Humeruskopf abgedrängt und kommt unter starke Spannung. Sie wird durch die im scharfen Knick abgehende Art. circumflexa humeri posterior fixiert, sodaß infolge dieser anatomischen Verhältnisse ein starkes Nachgeben nicht möglich ist. Ebenso erfolgt auch die Fixation der Art. axillaris durch den Abgang der Art. subcapularis, insbesondere durch den Durchtritt ihres Endastes der Art. circumflexa scapulae durch die mediale Muskellücke. In 7 Fällen, die aus der Literatur gesammelt wurden, fand sich das Loch in der Art. axillaris an der vorderen Wand in der Höhe, welche der Ursprungsstelle der Art. circumflexa humeri post. und dem Stande des luxierten Kopfes entsprach. Wir dürfen also annehmen, daß das Loch durch Ausreißen der Art. circumflexa humeri post. entstanden ist. Bei dem von E. Hoffmann veröffentlichten Fall zeigte sich die Einrißstelle der Art. axillaris auch an dieser typischen Stelle. Die gleiche typische Gefäßruptur zeigt ein von Körte und auch der von Scheffler veröffentlichte Fall.

In anderen Beobachtungen, die mitgeteilt wurden, fand sich die Zerreißungsstelle gerade über dem Abgangsort der Art. subscapularis, was beweist, daß auch dieses Gefäß an der Fixation des Hauptstammes teilnimmt. Die bei Schulterluxation sich ereignenden

Gefäßverletzungen werden besonders begünstigt durch Frakturen am collum chirurgicum humeri, durch Absprengungen des tuberculum maius und minus, des Pfannenrandes und dadurch bewirkte Anspießungen und Arrosionen. Die bei der Reposition von Schulterluxationen vorkommenden Gefäßverletzungen ereignen sich fast ausschließlich bei veralterten Luxationen, die länger als zwei Monate bestehen. Die Gefäße und Nerven sind mit dem Knochen oder mit dem neugebildeten Bindegewebe der Gelenkkapsel verwachsen und dadurch fixiert. Bei Repositionsversuchen werden die Adhäsionsstränge gelöst und durch den andrängenden Kopf kommt es zu Gefäßläsionen. Aus diesem Grunde muß jede Anwendung größerer Gewalt bei der Einrenkung alter Luxationen vermieden werden. Bei roher Gewaltanwendung kommt es auch gelegentlich bei der Einrenkung frischer Luxationen zu Gefäßzerreißungen. Nach Körte sind alle Einrenkungsversuche abzulehnen, die eine „zu heftige und lange fortgesetzte Extension des Gliedes" erfordern. Das Einrenkungverfahren von Cooper ist nicht ungefährlich wegen der dabei beobachteten Quetschungen der Gefäße. Auch bei dem Verfahren nach Kocher kann es infolge der forcierten Elevation und des dadurch bedingten starken Andrängens des Kopfes gegen die Achselgefäße zu einer sehr gefährlichen Anspannung derselben kommen, besonders, wenn nicht sofort bei Beginn der Elevation der Kopf in die Pfanne gleitet, oder sogar die ganze Bewegung mehrmals ausgeführt werden muß.

Schirmer berichtet über einen 58-jährigen Patienten, der sich eine infraglenoidale Luxation des rechten Humerus zugezogen hatte. Röntgenologisch wurden noch Aussprengungen kleiner Fragmente aus der Gegend des tuberculum maius nachgewiesen. Der ganze rechte Arm war blau verfärbt und der Radialispuls nicht zu fühlen. Es erfolgte Einrenkung nach Kocher ohne Elevation. Nach erfolgtem Einschlüpfen des Kopfes in die Pfanne trat ein riesengroßes Haematom auf. Die Achselhöhle war durch den Bluterguß prall ausgefüllt, die Schultergegend und der Arm bis handbreit über das Ellbogengelenk infiltriert. Alle Methoden, die subuktane Blutung zum Stehen zu bringen, versagten. Das Haematom wuchs weiter und der Haematomschmerz nahm zu. Die Operation zeigte, daß die Art. Axillaris an der Stelle des Abganges der Art. circumflexa humeri post. und Art. subscapularis quer durchrissen war und zerfetzte Ränder aufwies. Zwei cm unterhalb fand sich noch ein linsengroßes, glattrandiges Loch in der Wand der Art. axillaris. Das zerfetzte Arterienstück wurde reseziert und das proximale Ende durch Ligatur verschlossen. Das distale Ende der Arterie wurde in die Seite des proximalen eingepflanzt. Der Arm blieb trotzdem ohne Blutversorgung. Der Puls ging nicht über die Nahtstelle hinaus.

6 Stunden nach dem ersten Eingriff wurde der Arm im Schultergelenk exarticuliert.

Körte empfiehlt bei langsamem Wachsen des durch Gefäßzerreißungen bei Schulterluxation entstehenden Haematoms konservatives Vorgehen. Evtl. Ruhigstellung und Kompression. Wächst das Haematom schnell, so soll die Art. subclavia temporär unterbunden werden, und danach wird die Verletzungsstelle aufgesucht, dieselbe genäht oder ligiert. Hoffmann schlägt baldige Unterbindung des Gefäßes vor. Konservativ soll man erst dann vorgehen, wenn alle Zeichen weiterer Blutung fehlen. Scheffler empfiehlt in jedem Falle von Verletzung der Achselgefäße aktives Vorgehen, da ja nicht immer eine subkutane Blutung erfolgt, sondern eine Zirkulationsstörung auch durch Einrollen der Intima und Ausziehen der Adventitia erfolgen kann. Schmidt empfiehlt vorübergehende Unterbindung der Art. Subclacia oberhalb der Clavicula während des Aufsuchens des verletzten Gefäßes bis zu seiner Unterbindung, um durch Erhaltung des Kollateralkreislaufes der Aa. thoraco-acromialis und thoracalis suprema eine möglichst gute Blutversorgung sicherzustellen. Hat man den Verdacht, daß die Art. circumflexa humeri post. ausgerissen ist, so sollte man dieses Verfahren erst recht anwenden. Die Verletzungsstelle wird doppelt unterbunden und das Haematom ausgeräumt.

Lexer berichtet über einen Fall von Zerreißung der Achselhöhlengefäße bei Einrenkung einer sechs Wochen alten Luxatio humeri. Es hatte sich ein bis zum Pektoralis reichendes, pulsierendes Haematom gebildet. Die Freilegung der Gefäße zeigte eine unvollständige Zerreißung der Art. axillaris, die wahrscheinlich durch Überdehnung entstanden war. Wegen des schlechten Algemeinzustandes des Patienten wurde die Ligatur vorgenommen. Die Extremität blieb mit einer Versteifung des Schultergelenkes und völliger Radialislähmung erhalten.

Die Prognose der durch Schulterluxation oder bei deren Reposition sich ereignenden Gefäßverletzungen für die Erhaltung des betreffenden Armes ist schlecht, außerdem ist das Leben des Patienten stark gefährdet. Aus 40 Beobachtungen von arteriellen Gefäßunterbrechungen gelegentlich von Luxationsverletzungen, bei denen in 10 Fällen Nekrose eintrat, berechnet Wolff die Gangraenhäufigkeit mit 25%. Trat in den anderen Fällen keine direkte Gangraen ein, so war doch infolge der schlechten Blutversorgung häufig Gebrauchsunfähigkeit des Armes die Folge.

Unter Berücksichtigung der Fälle von 1880 bis 1905 kommt Nemenoff auf 64% Mortalität. Die Nn. radialis und axillaris sind die gegebenen Vermittler für die Anbahnung eines Kollateralkreis-

laufes im Oberarm-Schultergebiet. In ihrem oberen Abschnitt erhalten beide Nerven ihre Vasa nutritia aus der Subclavia und deren kleinen Nebenästen, der N. axillaris im unteren Teil aus der Art. circumflexa humeri und der N. radialis durch die Art. profunda brachii, welche beide aus der Art. axillaris bzw. brachialis kommen. Es besteht demnach eine Kommunikation zwischen Art. subclavia auf der einen und Art. axillaris bzw. brachialis auf der anderen Seite. Die kollaterale Kreislaufentwicklung wird stark gestört, wenn die Art. circumflexa humeri aus der Art. axillaris herausgerissen wird und sich ein starkes Haematom entwickelt. Die Nn. thoracodorsalis und thoracalis longus spielen ebenfalls durch ihre Beziehungen zu den Schulteroberarmgefäßen und den Interkostalarterien für die Entwicklung des kollateralen Kreislaufes eine wichtige Rolle. Starke Schädigung der Pectoralis- und Oberarm-Schultermuskulatur durch Zerreißung und ausgedehnte Haematome wirken im gleichen Sinne schädigend.

Auch subkutane Luxation im Ellbogengelenk kann Gangraen nach sich ziehen wie Molitor (zit. nach Gregora) in einem eigenen und einem von Jüngst veröffentlichten Fall zeigt. In beiden Fällen handelte es sich um eine subkutane Zerreißung der Art. brachialis mit Gangraen als Folge einer Luxatio cubiti posterior. Molitor zeigt in einer Zusammenstellung von 10 aus der Weltliteratur gesammelten komplizierten Ellbogenluxationen mit Brachialisruptur, daß in solchen Fällen Gangraen nicht das häufigere ist. Die meisten Fälle heilten aus, ohne daß Gangraen oder Anzeichen derselben auftraten. Den gleichen guten Verlauf hatte ein von Gregora beobachteter Fall von Zerreißung der Art. u. Ven. brachialis bei komplizierter Luxation des Vorderarmes nach hinten. Die Heilung erfolgte nach Ligatur. In Fällen offener Durchtrennung der Art. cubitalis kann dieselbe ohne größere Gefahr ligiert werden. Kommt es durch Bildung eines großen Haematoms infolge subcutaner Gefäßzerreißung zu einer starken Kompression der Ellenbeuge, so wird die Prognose für die Erhaltung der Hand ebenso zweifelhaft wie im Falle von Popliteazerreißung die des Fußes. Schädigend für die Entwicklung eines Kollateralkreislaufes ist die Läsion des N. Medianus bei Verletzungen der Art. radialis und ulnaris im Gebiet der Ellenbeuge. In seinem oberen Verlaufe wird derselbe von der Art. brachialis, im unteren Abschnitt von der Art. interossea volaris ernährt. Er vermag demnach bei Unterbrechung der Art. brachialis in der Ellenbeuge eine Kommunikation herzustellen. Die Art. interossea spielt eine wichtige Rolle für die Versorgung der Hand. Scheffler berichtet über einen Fall, in dem es trotz gleichzeitiger Unterbindung von Art. radialis und ulnaris und Durchtrennung des N. ulnaris durch schwere Schnittverletzung zu keinerlei Störungen

in der Versorgung der Hand kam. Den Kollateralkreislauf hemmende sonstige Ursachen waren hier allerdings nicht vorhanden.

Die Frakturen spielen als mechanische Verletzungsursache der Gefäße und der dabei auftretenden Rupturen eine wichtige Rolle. In Vergleich zu der großen Häufigkeit der Frakturen sind subkutane Gefäßverletzungen im Gefolge von Knochenbrüchen ein seltenes Ereignis. P. v. Bruns stellte im Jahre 1886 eine Sammelstatistik von 87 Frakturen zusammen, die von Gefäßverletzungen gefolgt waren. 68 Fälle entfielen davon auf die untere und 19 auf die obere Extremität. Das Vorwiegen der Gefäßverletzungen an der unteren Extremität erklärt v. Bruns damit, daß im Gegensatz zu anderen Brüchen die Unterschenkelfrakturen mit starker Knochenzersplitterung einhergehen. Wie schon erwähnt, prädisponiert der anatomische Verlauf der Gefäße an der unteren Extremität besonders zu Gefäßverletzungen, ganz im Gegensatz zu den Gefäßen der oberen Extremität, die durch die Weichteile besseren Schutz erhalten. Das bessere Weichteillager an der oberen Extremität gestattet den Gefäßen, weitgehendere Möglichkeiten ihre Dehnbarkeit und Elastizität zur Geltung zu bringen als an der unteren Extremität mit dem Verlaufe der Gefäße streckenweise direkt auf der harten Knochenunterlage. Nach Untersuchungen Wertheimers (zit. nach Gregora) ist die Elastizität und Dehnbarkeit der Gefäße begrenzt, aber innerhalb dieser Grenzen vollkommen. Fixationspunkte der Gefäße durch Gefäßabgänge, Fascien und Aponeurosenschlitze gibt es an der oberen und unteren Extremität. Jede Extremitätenfraktur kann durch Gefäßverletzung zur Gangraen des Gliedes führen. Nach dem Schrifttum zu urteilen, machen nur die Unterarmbrüche eine Ausnahme. Der Unterarm ist in seiner Gefäßversorgung so gestellt, daß auch bei Unterbrechung eines Gefäßes eine noch voll ausreichende Ernährung gesichert ist. Die Brun'sche Zusammenstellung weist 63 subkutante Frakturen auf. Gangraen trat in 19 Fällen auf und zwar entfallen $^2/_3$ dieser Gangraenfälle auf subkutane Brüche. Spätere Kasuistik zur Frakturengangraen bringen besonders Schulz, Scheffler, Rieder, Hansen und Winterstein (zit. nach Gregora).

Die Fraktura supracondylica humeri ist bei richtiger Behandlung relativ gutartig, aber wohl keine Fraktur des Oberarms zieht bei unsachgemäßer Behandlung so schwere Komplikationen nach sich wie die supracondyläre Humerusfraktur. Nach der Statistik von Coenen stellen die supracondylären Humerusfrakturen 1,5% sämtlicher Extremitätenfrakturen. Gefäßverletzungen durch direkte Gewalt, den frakturierenden Faktor selbst oder indirekt durch Verletzung eines entfernt von der Frakturstelle gelegenen Gefäßes können besonders bei komplizierten Frakturen zu Blutungen nach

außen führen. Sind keine größeren Gefäße verletzt, handelt es sich demnach um Blutungen aus dem Knochenmark, dem Periost und zerrissenen Muskeln, so sind diese für die Erhaltung der betroffenen Extremität von weniger großer Bedeutung. Die ins sub. bzw. epifasziale oder subkutane Bindegewebe erfolgenden Blutungen, wie sie bei einfachen unkomplizierten Frakturen oft zustande kommen, sind als Komplikation der Fraktur in der Behandlung zu beheben. Für den Heilungsprozeß ist die Blutinfiltration in die Gewebe ein starkes Hindernis. Das Blut dringt in die Nachbarschaft ein, verstärkt den Gewebsdruck und es kommt zu einer förmlichen Erdrückung der für die Ausbildung des Kollateralkreislaufes in Betracht kommenden kleinen Gefäße. Aus diesem Grunde sind bei subkutanen Verletzungen größerer Gefäße, wenn dieselben durch Frakturen oder Luxationen kompliziert sind, die Aussichten auf Erhaltung der Extremität besonders schlecht. Wird der periphere Gliedabschnitt nicht genügend ernährt infolge Versagens des Kollateralkreislaufes aus anatomischen Gründen, oder ist es durch Absinken des Blutdruckes infolge großen Blutverlustes zu einer Schwächung des Blutstromes gekommen, so tritt Gangraen ein. Auch ein durch Läsion des arteriellen Gefäßes entstandenes traumatisches Aneurysma kann durch Kompression der Umgebung ein für die Entwicklung des Kollateralkreislaufes wichtiges Hindernis sein. Abgesprengte Knochenfragmente, dislozierte Bruchenden können durch Verlegung des Hauptgefäßes bei schlechter Nebenversorgung allein Gangraen hervorrufen. Eine weitere wichtige Folge supracondylärer Humerusfrakturen ist die ischämische Muskelkontraktur, die fast ausschließlich die Beugemuskeln von Hand und Fingern befällt, da der Kollateralkreislauf der Vorderarmbeugelmuskeln nach anatomischen Untersuchungen und Injektionsversuchen weniger belastungsfähig ist als der der Vorderarmstrecker, und die wegen der schlechteren Blutversorgung der kindlichen Armmuskeln im Vergleich zum Erwachsenen fast nur Jugendliche befällt. Wie E i c h h o f f zeigte, kann eine ischämische Muskelkontraktur auch ohne lokales Trauma erfolgen.

Im Archiv général de Medicine wird im Jahre 1836 von dem Franzosen L e b e r t ein Fall von supracondylärem Oberarmbruch beschrieben. Die Humerusfraktur im unteren Drittel führte am fünften Tage nach dem Unfall zur Gangraen. Es wurde amputiert und die Art. brachialis bzw. cubitalis zeigte sich durch einen Thrombus verlegt und durch ein dislozierte Bruchstück komprimiert (zit. nach Gaertner).

Auf eng begrenztem Raum treffen in der Kubitalgegend zehn Muskelstränge zusammen, wodurch eine besondere Straffheit und Spannung des Ellbogenabschnittes bedingt wird. Das Fettpolster ist

verhältnismäßig gering. Muskeln, Sehnen und Knochenvorsprünge sind durch Fascien und äußere Haut relativ straff eingespannt. Nach dieser Betrachtung der Anatomie der Kubitalgegend ist einzusehen, daß auch schon durch nicht sehr hochgradige Dislokation der Knochen die Gefäße in der Ellenbeuge leicht in Mitleidenschaft gezogen werden können. Die scharfen Bruchenden bei Flexions und Extensionsbrüchen führen leicht zu Verletzungen der Muskeln und der Haut. Wenn keine größeren Gefäße verletzt werden, kommt es nicht zu einer Totalgangraen des Unterarmes, sondern die Nekrose beschränkt sich auf die die Bruchstelle bedeckenden Weichteile. Durch unmittelbare Einwirkung der durch die frakturierende Gewalt hervorgerufenen Quetschung, Zerrung und Zerreißung von Gewebe und kleineren Gefäßen wird die Lebensfähigkeit von Haut und Muskeln aufgehoben. Die Größe der einwirkenden Gewalt bedingt die Ausdehnung der örtlichen Gangraen. Die äußere Haut verfällt am leichtesten und ausgedehntesten der Nekrose. Dauernder Druck eines Frakturendes auf Haut und Unterhautzellgewebe kann im Verlaufe der Frakturheilung umschriebene Gangraen der Bruchstelle bewirken. Verletzungen der Art. cubitalis, brachialis und ihrer Venen finden wir besonders im Gefolge der häufigsten und sehr typischen supracondylären Extensionsfraktur. Die Frakturlinie verläuft von vorn unten nach schräg hinten oben. Das untere Fragment ist nach hinten und oben verschoben. Das spitze obere Frakturende ist nach vorn gerichtet, darüber verläuft der M. brachialis und Triceps und an dessen medialem Rande die Art. brachialis. Die Arterie ist demnach stark gefährdet. Sie kann komprimiert, durchstochen, ganz oder teilweise in ihrer Kontinuität getrennt werden, was ganz von der Stärke des Traumas, dem Grade der Verlagerung der Frakturenden und deren Beschaffenheit abhängt. In gleicher Weise können die begleitenden Venen verletzt werden. Isolierte oder subkutane Verletzungen der kleineren Kollateralgefäße der regio cubiti hat meist einen mittleren Bluterguß in die Umgebung zur Folge. Resorption des Haematoms und thrombotischer Verschluß der kleinen Gefäße läßt den Kollateralkreislauf wieder herstellen. Komplizierte Frakturen bieten eine besondere Gefahr wegen der drohenden Infektion. Sind außerdem noch kleinere Blutkoagula vorhanden, so tut man gut, dieselben restlos auszuräumen, da sie sonst einen guten Nährboden für Infektionskeime abgeben.

Gregora berichtet über einen Fall von kompliziertem Bruch des Ober- und Unterarmes infolge Maschinenverletzung. Die stark dislozierten Bruchenden der Oberarmfraktur führten zur Kompression der Art. cubitalis. Hinzu kam die starke Zerrung im Momente des Traumas. Alles zusammen führte zur Thrombose der Art. cubitalis, die Gangraen des Unterarmes zur Folge hatte.

Durch reine Kontusionswirkung auf ein Hauptgefäß kann es also zu einer partiellen Ruptur des Gefäßrohres kommen, ohne daß sein Lumen dabei eröffnet wird. Dieselbe führt zu einem Einriß der Intima bei erhaltener Adventitia. Die Intima des Gefäßes ist am leichtesten lädierbar, da sie den geringsten Widerstand bietet. Die Adventitia dagegen verfügt über eine eigene, mit starken Fasern ausgestattete elastische Haut. So erklärt die verschiedene antomische Bauart das unterschiedliche Verhalten der Arterienhäute bei Gefäßtraumen. Wir finden alle Übergänge von kleinen Intimarissen bis zur vollkommenen Ablösung und Einrollung von Intima und Media. Begünstigt wird die Ruptur der inneren Arterienhäute durch starke Füllung, Spannung und Zerrung des Gefäßrohres im Momente des Traumas. Kußmaul studierte diese Art der Arterienrupturen an den Carotiden Erhängter und Wallmann erklärte dieselben auf experimentellem Wege. Die Thrombose der so geschädigten Gefäßwand, die Einrollung der Intima und die dadurch erfolgte Gefäßverlegung, das Eindringen von Blut zwischen die Arterienhäute können als unmittelbare Folge der Gefäßverletzung zur Gangraen der Extremität führen. Die Arterienwände sind geschwächt, der Blutstrom dringt zwischen die Arterienhäute ein und es kann sich ein Aneurysma dissecans bilden.

Coenen berichtet 1927 über ein Aneurysma dissecans der Art. brachialis mit arterieller Thrombose und Gangraen des Armes durch Krückendruck. Bei einem 57-jährigen Mann, der wegen spinaler Kinderlähmung seit seinem 3. Lebensjahre Krücken gebraucht, entwickelt sich in sehr kurzer Zeit eine Gangraen des Armes. Es handelte sich hier um ein relativ seltenes Vorkommnis von Schädigung der großen Armgefäße durch Krückendruck. Die Achsel- und Armgefäße wurden frei gelegt und die Art. axillaris erwies sich hierbei als durchgängig. Die Art. brachialis war bis zum Ellbogen thrombosiert und auf 6 cm Ausdehnung auf den doppelten Umfang verdickt. Das verdickte Stück wurde reseziert und der Defekt durch die Vena Saphena gedeckt. Wegen fortschreitender Gangraen mußte die Extremität in der Mitte des Oberarmes amputiert werden. Die histologische Untersuchung des resezierten Gefäßstückes ergab ein Aneurysma dissecans. Es handelte sich also in diesem Falle um eine durch Trauma bedingte arterielle Thrombose der Art. brachialis mit nachfolgender Gangraen. Außerdem zeigte der Fall sehr schön die Bildung eines Aneurysma dissecans bei Ruptur der inneren Arterienhäute.

Nach Braeucker gibt es eine traumatische Arteriitis. Wiederholte leichtere Traumen können die Ursache einer obliterierenden Gefäßentzündung werden. Es sind, wie er angibt, mehrfach Fälle zur Beobachtung gekommen, wo durch Krückendruck im Gebiet der

Art. axillaris und brachialis eine Arteriitis obliterans entstanden ist. Die obliterierende Gefäßentzündung kann sich verschieden auswirken, von einfacher Ischämie bei leichteren Fällen bis zur schnell fortschreitenden Gangraen in der ausgebildeten Form. Braeucker beschreibt zwei Fälle. Im ersten Falle war die Adventitia ergriffen, im zweiten Falle die Intima. Ein lokales Trauma bewirkt an einem vorher gesunden und voll leistungsfähigen Gefäßsystem eine lokale traumatische Arteriitis, welche weiter fortschreiten kann und die zu denselben Folgeerscheinungen führt, wie jede andere Form der Arteriitis. Die durch traumatische Arteriitis hervorgerufene Gangraen wäre also den durch Trauma entstandenen Nekrosen zuzurechnen.

Behrend berichtet über einen Fall von Ruptur der Art. axillaris bei einem 52 Jahre alten gesunden Patienten, der mit aller Wucht einen Stein schleuderte. Derselbe bemerkte sofort nach dem Wurf heftige Schmerzen in der rechten Schulter und bei der Aufnahme in die Klinik zeigte die rechte Oberarmschultergegend ausgedehnte Schwellung. Der Radialispuls war nicht zu fühlen. Unterarm und Hand waren stark cyanotisch. Außer den Fingern war eine aktive Bewegung des rechten Armes nicht möglich. Der Plexus brachialis wurde operativ freigelegt und man fand ein pulsloses Arterienrohr vor. Wenige Tage darauf mußte oberhalb des Ellbogens amputiert werden, da sich am Unterarm Gangraen zeigte. Das Haematom in der Achselhöhle nahm zu und man machte den Versuch die Subclavia zu unterbinden, was aber nicht gelang. Es erfolgte Exitus. Die Obduktion ergab ein ausgedehntes, etwas Kindskopfgroßes Haematom, darin liegend die Art. axillaris, die einen breiten Einriß aufwies.

Wir sehen in diesem Falle, wie deletär der Bluterguß in die Gewebe wirken kann. Es ist anzunehmen, daß bei dem Patienten Veränderungen des Gefäßes vorgelegen haben, und daß die dadurch bewirkte verminderte Elastizität als weiteres begünstigendes Moment für das Eintreten der Ruptur mitgewirkt hat.

Ladwig bringt zwei Fälle von Naht der Art. brachialis nach nahezu gleichartigen Oberarmverletzungen mit Zerreißung der Art. brachialis. Im ersten Falle wurden die Arterienenden nach Anfrischung bis ins Gesunde durch cirkuläre Gefäßnaht End zu End miteinander vereinigt. Im zweiten Falle verlief oberhalb des Ellbogens eine querverlaufende Quetschungsmarke. Die Arterie war auf eine Strecke von 4 cm durchquetscht. Die Adventitia war unversehrt geblieben und die beiden Stümpfe wurden nur noch von ihr zusammengehalten, wie man aus der deutlich fühlbaren leeren Strecke schließen konnte. Die Stümpfe wurden zurecht gerichtet und ebenfalls durch cirkuläre Naht miteinander vereinigt. In beiden Fällen

blieb der Arm erhalten. Nach der Statistik von Wolff erfolgt bei Ligatur der Brachialgefäße in nur 5% der Fälle Nekrose des Armes. Ladwig glaubt, daß die Fälle von ausgedehnten Weichteilverletzungen in die Berechnung nicht mit einbezogen wurden, da bei starken Weichteilverletzungen dem Kollateralkreislauf kaum genügend Zeit zur Entwicklung gelassen würde. In beiden Fällen war das Kollateralzeichen von Henle-Coenen negativ, das rückläufige rhythmische Spritzen bei zentraler Abklemmung fehlte. Rehn empfiehlt bei schwereren Weichteilverletzungen mit Muskelnekrose von der Gefäßnaht Abstand zu nehmen und das Gefäß zu ligieren. Die Ansammlung von Wundsekret und die dadurch bedingte Eiterung und eventl. Gefäßarrosion muß vermieden werden. In den Fällen also, wo eine tadellose Wundversorgung möglich ist, soll man ruhig die Naht versuchen.

Die ideale Operation einer Gefäßverletzung ist nicht die Ligatur, wie sie von Lotsch 1913 auf dem Chirurgen-Kongreß für jede Gefäßverletzung und jedes Aneurysma empfohlen wurde, sondern die Wiederherstellung des normalen Gefäßrohres, die Gefäßnaht, wie sie von Küttner schon im Jahre 1900 angeraten wurde. Der Erfolg der Unterbindung größerer Gefäße hängt hauptsächlich von der Entwicklung des Kollateralkreislaufes ab, der die Aufgabe hat, in möglichst kurzer Umgehung der Unterbindungsstelle, das Hauptgefäß wieder zu füllen. Wodurch das Wachstum der Gefäße, die Entwicklung der Kollateralen im einzelnen bewirkt wird, ist nicht klar. Für die Beurteilung, ob der Kollateralkreislauf ausreicht oder nicht, haben Henle, Coenen, Fritsch usw. Zeichen angegeben, die, wenn sie richtig gewertet werden, gute Aufschlüsse geben können. Gefährlich ist die Ligatur, wenn die kollateralen Bahnen nicht ausreichend entwickelt sind.

Aus der Chirurgischen Klinik in Münster kann ich über einen Fall von komplizierter Fraktur des linken Humerus berichten, in deren Folge Gangraen eintrat. (Krankengeschichte J. Nr. 1793/28). Es handelt sich um einen 54 Jahre alten Arbeiter, der am 27. 2. 1928 einen Unfall durch Treibriemenverletzung erlitt und der am 28. 2. 1928 in die Klinik eingeliefert wurde. Der linke Oberarm zeigte an der Grenze zwischen mittleren und oberen Drittel eine klaffende, etwa 12 cm lange Rißwunde. Die Unterarmmuskulatur lag frei. An derselben Stelle zeigte der linke Oberarm eine Querfraktur. Das untere Fragment war weit nach außen und unten verschoben. Der Frakturspalt klaffte 3 Querfinger breit. Die Hand war unbeweglich, kalt und livide verfärbt.

Nach 3 Tagen waren die Finger cyanotisch verfärbt und der Unterarm bis Handbreit unter dem Ellbogengelenk kalt.

4. 3. 1928. Die Verfärbung am Unterarm hatte sich verstärkt. In der Wunde hatte sich ein Muskelabszeß gebildet, der eröffnet und drainiert wurde.

5. 3. 1928. Der Arm wird an der Frakturstelle abgetragen.

7. 3. 1928. Das Befinden des Patienten verschlechterte sich. Es stellte sich eine Pneumonie ein. Temp. 38,2° morgens.

10. 3. 1928. Punktion von 200 ccm blutiger Flüssigkeit aus dem linken Thorax. Abends Exitus letalis.

Das Punktat zeigte auf sämtlichen Nährböden (Blut, Ascites, Bouillon) kein Wachstum und Tuberkelbazillen waren mikroskopisch nicht nachweisbar. Die Sektion ergab eine ausgedehnt phlegmonös eitrige Durchsetzung der Muskulatur des Amputationsstumpfes. Fraktur der 5., 6. und 7. Rippe links. Haematothorax links. Fibrinöse Pleuritis beider Lungen. Mediastinales und subkutanes Emphysem. Chronische putride Bronchitis. Ältere und frische bronchopneumonische Infiltrationen in beiden Lungen. Lungenabscesse und septische Milz.

Wir sehen aus diesem Falle wie gefahrvoll bei offenen Frakturen die Infektion nicht nur für die Erhaltung der Extremität, sondern auch für das Leben der Patienten sein kann. Wird die Wunde, der Bluterguß oder Thrombus infiziert, so machen sie zusammen mit der entzündlichen Schwellung die Nekrose bzw. Sepsis unabwendbar.

Andler teilt einen Fall von Collumfraktur des Humerus mit, die eine Ruptur der inneren Arterienhäute der Art. axillaris mit Invagination der Intima und Media zur Folge hatte. Auch verdient der Fall Interesse wegen der Indikationsstellung. Es handelte sich um eine Fraktur mit starker Dislokation des peripheren Fragmentes in die Axilla nach vorn unten bei einem 57 Jahre alten Patienten. Die arterielle Blutzufuhr im Bereich der Art. axillaris war gestört. Bis auf das hyperaesthetische Medianusgebiet war der Arm unbeweglich und anaesthetisch. Die operative Freilegung zeigte, daß das Stück der Art. axillaris, welches über die scharfe obere Kante des peripheren Fragmentes verlief, an dieser Stelle in einer Ausdehnung von 3 cm in ein blauschwarzes Rohr verwandelt war. Der Puls ging nach unten nicht über diese Stelle hinaus. Es wurde unterbunden und das thrombotische Arterienstück reseziert. Die Fraktur wurde reponiert und verzahnt. Der Plexus war nicht verletzt. Hand und unteres Drittel des Unterarmes blieben ungenügend ernährt. Es trat Nekrose ein. Man wartete die Bildung der Demarkationslinie ab und setzte den Unterarm am Übergang vom oberen zum mittleren Drittel ab. Der Heilungsverlauf der Fraktur und der Operationswunde war gut. Die Nachbehandlung ergab gute Bewegungsmöglichkeit im Ellbogengelenk. Das 3,2 cm lange resezierte Arterienstück zeigte auf der Innenfläche einen zirkulären Defekt der Media und Intima.

Das fehlende Stück haftete nur noch mit einer kleinen Stelle an der Innenfläche des Gefäßes. Die losgelösten Schichten hatten sich um diese Ansatzstelle in Richtung des Blutstromes gedreht und sich zu einem Trichter aufgerollt, der das Gefäßlumen verlegte. Es handelte sich also um eine richtige Invagination der Intima. In dem Trichter befand sich ein Thrombus, der die Gefäßlichtung zum vollkommenen Verschluß brachte. Versuche, die Fraktur blutig einzurichten, wurden nicht unternommen, da die Gefahr der Verletzung des Gefäßnervenstranges bestand. Ein solches Unternehmen hätte unfehlbar zur Ruptur der nur noch aus der Dicke der Adventitia bestehenden Wand der Art. axillaris geführt, wie das Präparat zeigte. Die stark dislozierte Fraktur mußte infolgedessen operativ eingerichtet werden. Die Indikation zur Operation war also hierdurch gegeben. Um ein Aneurysma traumaticum zu verhüten, mußte die Stelle der Arterienruptur reseziert werden. Die Art. axillaris wurde unterbunden, da nach den Statistiken ihre Ligatur meist ohne großen Schaden vertragen wird. Die Statistik von Wolff zeigt bei Ligatur der Art. axillaris in 15% der Fälle Gangraen des Armes. Dieser Fall wäre demnach den 15% zuzurechnen. Die Gefäßnaht nach erfolgter Resektion wäre in diesem Falle vielleicht das richtige gewesen.

Sencert empfiehlt in solchen Fällen die Adventitia zu incidieren, den Thrombus herauszunehmen und an der Rupturstelle ohne eigentliche Resektion die Gefäßnaht zu machen. Mit größter Wahrscheinlichkeit wäre bei einem derartigen Vorgehen die Invagination der Intima in das Gefäßlumen übersehen worden, und der Verschluß nicht behoben worden.

Bei der hohen Ligatur der Gefäßstämme haben wir uns zunächst die Frage zu stellen, ob die Kollateralen ausreichen werden. Außer dem von Coenen angegebenen Kollateralzeichen gibt es noch andere Symptome, deren positiver Ausfall uns den Entschluß zu ligieren erleichtern. Die Prüfung der mit hoher Ligatur behandelten Fälle gibt, was die Funktion der Extremitäten anbelangt, kein sehr günstiges Resultat. Wird die zur Extremität gehörige Hauptarterie ligiert, so kann die Blutversorgung durch den einspringenden provisorischen Kollateralkreislauf noch hinreichen, um die Extremität am Leben zu erhalten, was aber noch nicht gleichbedeutend ist mit guter Funktion. Vor der vollendeten Ausbildung des definitiven Kollateralkreislaufes bleibt die Extremität schwach in ihrer Funktion und reagiert besonders stark auf traumatische Einflüsse, wie Druck und Kälte. Auch aus diesem Grunde sollte man, wenn es eben möglich ist, anstelle der hohen Ligatur die Naht ausführen, obschon die Gangraengefahr bei Ligatur nicht sehr groß ist. Die Naht stellt die anatomischen und in vielen Fällen auch die physiologischen Verhältnisse des Blutkreislaufes wieder her. Auf Monate hinaus lassen sich nach

Unterbindungen und Nähten noch Störungen im Kreislauf unter erhöhten Anforderungen feststellen. Der in Ruhelage beurteilte Puls gibt uns für diese Störungen nur in seltenen Fällen den richtigen Maßstab. Ein gutes Mittel, klinisch die Leistungsfähigkeit des definitiv gebildeten Kollateralkreislaufes festzustellen, sind vergleichend am verletzten und unverletztem Glied ausgeführte Hyperämieversuche.

Ein Fall aus der Chirurgischen Universitätsklinik sei hier angeführt. Krankengeschichten J. N. 328/27. 2164/29.

Es handelte sich um einen 33 Jahre alten Bergmann, bei dem eine Mumifikation des zweiten, dritten und vierten linken Fingers nach Thrombose der Art. brachialis eingetreten war. Die Schädigung der Art. brachialis erfolgte durch eine Operationsnarbe nach Entfernung eines Granatsplitters.

Im Oktober 1917 erlitt der Patient eine Granatsplitterverletzung am linken Oberarm und auf der radialen Seite des linken Daumens und Handgelenkes. Der Granatsplitter am Oberarm wurde sofort nach der Verletzung entfernt und der Patient konnte seinen linken Arm später gebrauchen. Anfang 1926 bemerkte er Schmerzen im linken Handgelenk, besonders bei der Arbeit. Da das Handgelenk anschwoll, mußte er für drei Monate die Arbeit einstellen. Nach Wiederaufnahme der Arbeit nahmen die Schmerzen zu. Im September 1926 wurde der Granatsplitter auf der radialen Seite des Daumens und Vorderarmes operativ entfernt, wobei, wie der Arzt angibt, die Art. radialis weder unterbunden noch verletzt wurde.

Wenige Tage nach der Operation bemerkte der Patient Kriebeln in den Spitzen des 1. und 2. Fingers. Die Finger und das Handgelenk schwollen im weiteren Verlaufe an. Zeige- und Mittelfinger konnten nach der Operation nicht mehr grade gemacht werden. Im März 1927nahm der Patient die Arbeit wieder auf. Die Schmerzen nahmen zu und die Fingerkuppen zeigten bläulichschwarze Verfärbung. Im Mai 1927 ging er wieder in ärztliche Behandlung. Der Arzt machte in der Annahme einer Raynaudschen Erkrankung den Versuch einer Sympathektomie. Die Art. brachialis wurde reseziert und ein Stück aus der Vena saphena parva eingepflanzt. Nach Angabe des Arztes war der Radialispuls vor der Operation zeitweise nicht palpabel. Nach der Operation nahm die Verfärbung der Finger zu, das Kälte- und Schmerzgefühl wurde noch stärker. Mit diesen Beschwerden kam der Patient am 7. Juni 1927 in die Chirurgische Klinik. Der linke Handrücken zeigte ein leichtes Oedem. Mittel- und Endglied des Zeigefingers, außerdem noch das Endglied des Mittelfingers waren mumifiziert. Der 4. u. 5. Finger zeigen bläuliche Verfärbung an den Kuppen. Der Daumen der linken Hand kann etwas opponiert werden, alle anderen Finger der linken Hand sind un-

beweglich. Die Bewegung im Handgelenk ist eingeschränkt. Die Sensibilität ist intakt. Für Raynaud und Syringomyelie war kein Anhaltspunkt vorhanden. Angeblich keine Geschlechtskrankheiten. Mäßiger Raucher.

Der Puls an der Art. radialis und ulnaris ist links nicht zu fühlen. Erst weiter herauf in der Achselhöhle wird derselbe fühlbar.

Am 10. 6. 1927 wird operiert, nachdem die blaue Verfärbung auch auf den Handrücken übergegangen war. Art. und Vena brachialis wurden im sulcus bicipitalis freigelegt. Etwas weiter oben fühlt sich die Art. brachialis hart an, liegt in Narbengewebe eingebettet und ist thrombosiert. Die beiden Venae brachiales werden unterbunden. Nach der Venenunterbindung hatte der Patient zunächst keine Beschwerden mehr und konnte schlafen. Die Schmerzen stellten sich aber bald wieder ein und am 1. 7. 1927 mußte im Handgelenk exartikuliert werden.

Die Operationswunde heilte reaktionslos.

Im März 1929 kommt der Patient wieder in die Klinik und klagt über Kälte- und Schmerzgefühl im Operationsstumpf, die seit der letzten Operation bestanden haben sollen. Er hat das Gefühl, wie wenn der Strumpf platzen wolle. Seit einem Vierteljahr bemerkte er eine bläulich-rote Verfärbung des Strumpfes.

Ein neurologischer Befund war nicht zu erheben.

Hyperämieversuch: (Arm wird 3 Minuten eingewickelt).

Nach dem Abwickeln:

Sofort	R Hyperämie	L (amp. im Handgelenk) nach 15 Sekunden am Oberarm
40 "	stärkere Hyperämie	bis handbreit über den Stumpf.
1 Min.	stärkere Hyperämie	Zwei Fingerbreiten am Stumpf bleiben frei.
2 Min.	Abnahme d. Hyperämie	Speichenseite des Stumpfes noch leicht bläulich.
3 Min.	fast normal	Starke Rötung des Stumpfes.
4 Min.	normal	Hyperämie läßt nach, noch eine kleine bläuliche Stelle am Stumpf.

Nach diesem Ausfall des Hyperämieversuches wird eine weitere Absetzung des Stumpfes nicht vorgenommen.

Wir sehen, wie die klinischen Erscheinugen der Extremitätengangraen unter den Zeichen der Ischämie oder venösen Hyperämie beginnen. Am stärksten sind die peripherstenTeile betroffen. In dem gestörten Gebiet wird das Glied blaß, kalt und pulslos oder stark ödematös aufgetrieben mit Zeichen von Hautmarmorierung. Bei plötzlicher Unterbrechung des Blustromes kann die Haut sogar mit großen Brandblasen bedeckt sein. Durch motorische und sensible Lähmungen kommt es zur Bewegungsunfähigkeit. Zu Anfang bestehen oft Parästhesien und Schmerzen. Auch nach dem Eintreten vollständiger Gefühllosigkeit können die Schmerzen anhalten, welche von der Brandgrenze der Nerven peripherwärts in das tote Gebiet verlegt werden. Schon nach 5 Stunden reagiert der ischämische Muskel nicht mehr auf elektrische Reize. Nach Degeneration der Muskelbäuche machen sich motorische Lähmungen geltend. Wird die Störung der Blutversorgung nicht behoben, so zeigen sich meist vom zweiten Tage an bei vollständiger Unterbrechung des Blutstromes deutliche Anzeichen eintretender Gangraen, zuerst an den Fingern und Zehen.

Auch nach Operationen, Verletzungen und Anlegen von Verbänden an Hand und Fingern kommt es nicht selten zu Nekrosen, die den traumatischen Gangraenen zuzurechnen sind. Roedelius berichtet über drei Fälle von solchen nach Operation Dupuytrenscher Kontrakturen bei älteren Patienten bei denen eine Fingergangraen auftrat. Was nun im einzelnen für die Komplikation verantwortlich zu machen ist, läßt sich schwer sagen. Die Esmarchsche Blutleere, das Operationstrauma, die Suprareninwirkung bei Lokalanästhesie können entweder einzeln oder durch Summation die Gangraen bewirken. Roedelius hält das brüske Graderichten der Finger während und nach der Operation bei bestehender Arteriosclerose für besonders gefährlich. Er hält aus diesem Grunde vorsichtige Nachbehandlung evtl. im Verbande für sehr wichtig.

Freudenthal beschreibt einen Fall von Mumifikation eines Fingers: Unter einem wegen Paronychie angelegten Verband entwickelt sich bei einem 5 Jahre alten Kinde nach einer dreitägigen Strangulationsischämie eine kalte, trockene Gangraen des oberen Gliedes eines Mittelfingers.

Die Gefäßverletzungen an der unteren Extremität sind prognostisch bedeutend ungünstiger zu beurteilen als die an der oberen, wie aus den Zusammenstellungen von Wolff und aus der angeführten Statistik von Heidrich über Gangraen bei Ligatur der großen Gefäßstämme der unteren Extremität hervorgeht. Berücksichtigen wir den Ort der Ligatur, so sehen wir, daß besonders an 3 Stellen die Zahl der Nekrosen groß ist. Nach Ligatur der Iliaca communis beobachtet man in 50%, nach Ligatur der Art. femoralis oberhalb des Abganges der Art. profunda femoris in 25% und nach

Unterbindung der Art. poplitea in 15% der Fälle Nekrosen der Extremität. Die Werte sind nicht in allen Statistiken gleich. Die angeführten Zahlen können wir aber nach Rieder als Durchschnittswerte betrachten.

Statistik von Heidrich. (Untere Extremität).

Bei 744 Ligaturen der unteren Extremität trat 134 mal Gangraen auf = 18%.

Bei 572 Ligaturen der Arterie allein 119 mal Gewebstod = 20%.

Bei 46 Ligaturen der Vene 1 mal Nekrose = 2,1%.

Bei 126 Unterbindungen der Arterie und Vene 14 mal Gangraen = 11,1%.

Davon fallen auf die einzelnen Gefäßstämme:

4 Ligaturen der Art. iliaca comm. 4 mal Gangraen = 100%.

Eine Unterbindung der Art. und Vena iliaca comm. keine Störung.

97 Ligaturen der Art. iliaca externa 13 mal Gangraen = 13,4%.

2 Ligaturen der Vena iliaca externa keine Störungen.

Eine Unterbindung der Art. et Vena iliaca externa mit glattem Verlauf.

256 Ligaturen der Art. femoralis 53 mal Gangraen = 20,7%. Davon:

55 Ligaturen der Art. femoralis **oberhalb** des Abganges der Profunda 12 mal Gangraen = 21,8%.

87 Unterbindungen der Art. femoralis **unterhalb** des Abganges der Profunda, 9 mal Gangraen = 10,4%.

15 Ligaturen der Art. femoralis, die kompliziert sind mit Oberschenkelfrakturen, 14 mal Gangraen = 93,3%.

67 Ligaturen der Art. et Ven. femoralis 7 mal Gangraen = 9,4%.

36 Ligaturen der Vena femoralis 1 mal Gewebstod = 2,7%.

20 Ligaturen der Art. prof. femoris 1 mal Gangraen.

9 Ligaturen der Art. et Ven. profunda femoris 1 mal Gangraen = 11,1%.

86 Ligaturen der Art. poplitea 32 mal Gangraen = 37,2%.

14 Unterbindungen der Art. poplitea bei infizierten Fällen 14 mal Gangraen = 100%.

8 Ligaturen der Vena poplitea, keine Störungen;

39 Ligaturen der Art. et. Ven. poplitea 6 mal Gangraen = 15,4%.

22 Ligaturen der Art. tibialis ant. keine Gangraen.

56 Ligaturen der Art. tibialis post. 2 mal Gangraen = 3,5%.

9 Ligaturen der Art. et. Vena tibialis post. keine Störungen.

2 Ligaturen der Art. tibialis post. verbunden mit Unterschenkelfraktur 1 mal Gangraen = 50%.

6 Ligaturen der Art. tibialis ant. et post. keine Störungen.

Die große Zahl der Nekrosen nach Unterbindung der Iliaca communis und Iliaca ext. läßt sich aus der Tatsache heraus erklären, daß es sich hier um große Gefäße handelt, die das Becken und Bein versorgen. Bei ihrer Ligatur reicht der Kollateralkreislauf nicht aus, um den Blutbedarf des großen Versorgungsgebietes auf dem neuen Wege hinzuschaffen. Ein ausgedehntes Venennetz sorgt weiter dafür, daß das von den Arterien versorgte Gebiet schnell leergesaugt wird, was das Eintreten der Gangraen noch befördert. Alles das kann mit zur Erklärung der großen Zahl der Nekrosen bei Ligatur in diesem Gebiet herangezogen werden. Rieder beschreibt einen Fall, bei dem nach Zertrümmerungsfraktur des Oberschenkels durch ein Geschoß die art. iliaca externa isoliert unterbunden wurde und am dritten Tage nach der Ligatur Gangraen des Oberschenkels eintrat. Es wurde eine hohe Oberschenkelamputation vorgenommen. Es erfolgte Exitus infolge sekundärer Herzschwäche. Ein weiterer Fall von Ligatur der iliaca externa zeigte zwar keine Gangraen, aber hochgradige Zirkulationsstörungen an dem operierten Bein, die sich mehrere Tage hindurch als starkes Kältegefühl äußerten. Wird die Art. femoralis oberhalb der Abgangsstelle der Art. profunda femoris unterbunden, so ist die Zahl der Nekrosen groß, häufiger als bei Ligatur unterhalb der Abzweigung. Die Art. profunda femoris ist wichtig als abführendes und versorgendes Gefäß nach dem Knie hin. Durch die Anastomose zwischen der Endverzweigung der Art. profunda femoris und dem obersten Abschnitt der Art. poplitea vermittelt die Art. profunda femoris einen Blutstrom zur Art. femoralis, wenn deren Leitung im oberen Teile unterbrochen ist. Die Art. profunda femoris zieht durch die Beckenkollateralen Blut heran und leitet es durch die erwähnte Anastomose dem Hauptgefäß zu. Neben dieser Anastomose zwischen Endverzweigung der Art. profunda femoris und oberstem Abschnitt der Art. poplitea, die bei Leitungsunterbrechung durch die Art. perforans III der Art. profunda femoris direkt der Art. poplitea Blut zuleitet, besteht noch eine zweite kollaterale Bahn. Durch den Ramus descendens der Art. cicrumflexa femoris lateralis, die auch aus der profunda femoris entspringt, ergibt sich dieser zweite Versorgungsweg. Der Ramus descendens mündet mit seinen Endästen in das Rete patellare ein, nachdem er vorher dazu beigetragen hat, den M. quadriceps zu vascularisieren. Dieser zweiten Anastomose kommt aber keine sehr große Bedeutung für die Versorgung der Kniegegend zu, was schon daraus zu ersehen ist, daß man bei Eintritt von Gangraen nach Unterbindung der Art. femoralis unterhalb des Abganges der Art. profunda femoris annimmt, daß die Art. perforans III fehlt oder weniger entwickelt ist. Rieder berichtet über drei Fälle, wo nach Ligatur bzw. Naht der Art. femoralis vollständige Gangraen der

betreffenden Extremität eintrat. In einem Falle wurden Arterie und Vene unterbunden, in einem weiteren Falle wurde die Arterie allein ligiert und im dritten Falle waren Arterie und Vene genäht worden. Im letzteren Falle herrschten bei der Naht starke Spannungen der Gefäßrohre und Rieder nimmt an, daß es hierdurch zur Bildung einer Thrombose gekommen sei. Eine Autopsie des an Herzinsuffizienz gestorbenen Patienten wurde nicht vorgenommen. Weiterhin berichtet er über einen Fall, bei dem es nach Ligatur der Arteria und Vena femoralis nur zu einem Decubitus an der Fußsohle kam, als Zeichen einer Zirkulationsstörung leichteren Grades. Einer der Gangraenfälle war durch eine Oberschenkelfraktur kompliziert, in einem zweiten bestanden neben der Gefäßverletzung schwere Weichteilquetschungen.

Das Rete articulare genu wird von zwei Kollateralpaaren gebildet. Trotz der ausgedehnten Verzweigung dieses Gefäßgebietes reicht es in den meisten Fällen zur Versorgung der Kniegegend bei Leitungsunterbrechung im Hauptgefäß nicht aus, was sich auch daraus ersehen läßt, daß die bei Amputation im Kniegelenk gebildeten Hautlappen sehr oft der Nekrose verfallen. Das Rete articulare versorgt in der Hauptsache Gelenkkapsel und Sehnen des Knies. Ähnlich wie die Art. suprema, welche mit der Sehne des M. semimembranosus verläuft, so versorgen auch die übrigen Kollateralgefäße kaum Muskelgewebe, da dieselben zum größten Teil ungeschützt außerhalb der Gelenkkapsel verlaufen. Ein gut vascularisiertes kontraktiles Muskelgewebe, welches die Bildung des Kollateralkreislaufes unterstützen könnte, fehlt demnach an dieser Stelle. Den Gefäßen des Rete articulare genu fehlen die Eigenschaften die den Muskelgefäßen zukommen, die starke Entwicklung des Kalibers und die große Anpassungsfähigkeit für das jeweilige Blutbedürfnis. Aus all dem kann man schließen, daß in der Kniegegend ein ausreichender Kollateralkreislauf kaum zustande kommen kann. Rieder teilt einen Fall von Gefäßnaht der Art. poplitea nach Schnittverletzung mit, der in vollkommene Heilung ausging. Weiterhin berichtet er über 10 Fälle von Unterbindungen der Kniekehlengefäße. Es handelte sich bei 4 Patienten um eine Ligatur der Arterie allein, und 6 mal wurden Arterie und Vene ligiert. 4 mal kam es zur Gangraen des Unterschenkels. In einem Falle war die Gangraen Folge einer nach der Ligatur von Arterie und Vene auftretenden Thrombose. Eine zweite Ligatur von Arterie und Vene war ebenfalls von Gangraen gefolgt. In den beiden übrigen Gangraenfällen war nur die Arterie ligiert worden. Um dem Unterschenkel wieder Blut zuzuführen, wurde in einem der letzt erwähnten Fälle von Gangraen eine arteriovenöse Anastomose nach Wieting ausgeführt. Am 2. Tage nach dieser Operation trat eine Gangraen des Unterschenkels

ein. Durchschnittlich erfolgte das Auftreten der Gangraen am 5. Tage nach der Operation. Nach Bildung der Demarkationslinie wurde die Amputation oder Ablatio pedis angeschlossen.

Bei Gefäßverletzungen am Unterschenkel gibt eine gut vascularisierte Muskulatur die beste Grundlage für die Entwicklung eines ausreichenden Kollateralkreislaufes ab. Die Art. tibialis ant. und post. am Unterschenkel können ähnlich wie die Gefäße am Unterarm ohne große Gefahr ligiert werden. Gangraen nach Naht der Gefäße am Unterschenkel bei unkomplizierten Gefäßverletzungen ist selten. Haut, Fascien und partielle Muskelnekrosen kommen dabei immerhin zur Beobachtung.

Die Erschütterung einer Arterie kann zum traumatisch-segmentären Gefäßkrampf führen, der, wenn er längere Zeit besteht, Gangraen hervorrufen kann. Derartige Fälle sind immerhin selten. Es handelt sich hier um eine besondere Art der subkutanen Gefäßschädigung. Finaly berichtet über drei Fälle, wo ein stumpfes Trauma, welches die Hüft- und Lendengegend traf, bei zwei jugendlichen Patienten Gangraen nach sich zog. Die Art. femoralis war nicht verletzt. Während 24 Stunden und länger konnte man an dem betreffenden Bein den Puls nicht fühlen. Nach anfänglicher circulär begrenzter Hyperästhesie trat Gangraen des peripheren Gliedabschnittes ein.

Entsprechend ihrer physiologischen Aufgabe zeichnen sich die Gefäße der Extremitäten gegenüber den großen Rumpfarterien in ihrem anatomischen Aufbau durch einen großen Muskelreichtum der Media aus. Im Gegensatz zur Aorta, die eine elastische Struktur besitzt, zeigen die Extremitätenarterien entsprechend ihrer aktiven Leistung bei der Blutbeförderung einen muskulösen Aufbau ihrer Wandung. Die muskulöse Wand der Arterien ist selbständiger Bewegung fähig und beteiligt sich an der gleichmäßigen Strombewegung des Blutes. Man hat beobachtet, daß ausgeschnittene Gefäßstreifen sich verkürzen und verlängern, was beweist, daß die muskulöse Wandschicht eine starke Selbständigkeit besitzt. Für die Pathogenese des traumatisch-segmentären Gefäßkrampfes wären also zwei Möglichkeiten gegeben. Er könnte einmal durch Reizung der Vasokonstriktorischen Nerven hervorgerufen sein, weiterhin wäre an eine direkte Reizung der Gefäßmuskulatur zu denken. Küttner hält die letztere Form der myogenen Entstehung des Gefäßspasmus für wahrscheinlicher im Gegensatz zu Leriche, der den Gefäßkrampf auf eine Sympathicusreizung zurückführt. Nach einem Trauma kommt es an den Extremitätenarterien ohne nachweisbare Verletzung der Gefäßwand selbst zu einer taillenartigen Verengerung der Arterie, die, wenn sie lange genug besteht, und die anatomischen Bedingungen gegeben sind, Gangraen an der Extremität nach sich

zieht. Der spastische Zustand des Gefäßes kann von kurzer Dauer sein oder sich über längere Zeit hinziehen. Es ist in derartigen Fällen schon mehrere Male unnötig amputiert worden, da bei langdauerndem Spasmus ein Bild entsteht, welches den Verdacht auf Gangraen nahe legt. Der segmentäre Spasmus kann 24 Stunden und länger bestehen bleiben, wie Gallo und Calcagno an einem autoptisch nachgewiesenen Fall von subkutaner supracondylärer Humerusfraktur bewiesen haben (zit. nach Gregora).

Boyksen veröffentlicht einen Fall von Extremitätenbrand nach Gefäßspasmus bei einem 13-jährigen Jungen, dem bei einer Explosion ein Faßdeckel gegen die rechte Hand geschlagen war. Die brandige Hand wurde amputiert. Bei der Obduktion der Hand wurden weder Gefäßverletzungen noch Thromben gefunden. Boyksen nahm in diesem Falle traumatisch bedingten Gefäßspasmus an, ehe das genaue Bild des „traumatisch-segmentären Gefäßkrampfes" nach Küttner und Baruch bekannt war. Der traumatisch-segmentäre Gefäßkrampf tritt häufig bei Schußverletzungen ein, kann aber auch durch stumpfe Gewalteinwirkungen bedingt sein und kann gleichzeitig mit Gefäßverletzungen auftreten.

Ist man bei offenen traumatischen Gefäßverletzungen gezwungen zu unterbinden, so wird dem Kollateralkreislauf keine Zeit gegeben, sich langsam auszubilden, und die Blutversorgung der Extremität ist für diese Fälle stark in Frage gestellt. Genaue Angaben über die Häufigkeit der Gangraen nach sofortiger Ligatur der Art. iliaca com. lassen sich nicht machen, da die Nekrose im einzelnen Falle noch durch andere Momente gefördert werden kann, so durch Arteriosclerose, Herzschwäche, Blutinfiltration der Gewebe und Infektion. Fälle in denen nach alleiniger Zerreißung oder Ligatur der Vena femoralis Gangraen der Extremität eintritt, sind selten.

Leibovici beobachtete einen Fall von Stichverletzung der Art. femoralis com., bei dem nach sofortiger Ligatur des Gefäßes eine Gangraen des Fußes eintrat. Die Gangraen demarkierte sich an der Chopartschen Linie. Am Unterschenkel zeigte sich eine ausgedehnte Nekrose der Haut und eine aseptische Nekrobiose der Muskulatur. Es bestand anfangs hohes Fieber, aber trotzdem wurde die Demarkation abgewartet. Da die untere Extremität schlecht ernährt war, wurde, um eine Nachamputation zu vermeiden, der Unterschenkel nicht am Orte der Wahl abgesetzt, sondern nach einem Monat die Amputation nach Syme ausgeführt. Eine Operation in den nekrotischen Muskeln hätte vielleicht zur Infektion geführt. Die Operationswunde heilte komplikationslos aus. Leibovici wollte durch sein Vorgehen zeigen, daß man sich bis zur Ausbildung der Demarkationslinie abwartend verhalten soll, um nach erfolgter Demarkation

ökonomisch amputieren zu können, obschon, wie bei diesem Patienten wegen der Haut- und Muskelnekrosen Fieber bestand.

Auch Lexer empfiehlt in der Gangraenbehandlung bis zu einem gewissen Grade konservatives Vorgehen. Die Bildung der Brandgrenze soll abgewartet werden. Es läßt sich auf diese Weise vermeiden, daß man einerseits zu hoch, andererseits im nekrotisch verfallenen Gewebe amputiert. Droht nach Eintreten fauliger Zersetzung, Bildung von Phlegmonen, Lymphangitis und Fieber putride Allgemeininfektion, so soll möglichst die hohe Amputation vorgenommen werden. Ist das Hauptgefäß einer Extremität unterbunden worden, so soll man durch Hebung des Kreislaufes das Eintreten einer Nekrose zu verhüten suchen. Die Verbände müssen locker und die Unterlagen weich sein, um die empfindliche Haut vor Druck zu schützen. Etwaige komprimierende Haematome sollen sofort ausgeräumt werden. Stellt sich nach Unterbindung der Vene oder der Arterie und Vene Stauung in der Extremität ein, so kann man durch sofortiges Hochlagern des Gliedes dem venösen Blut Abfluß verschaffen und dadurch eine Nekrose verhüten.

Der supracondyläre Femurbruch mit seiner typischen durch den Zug des M. quadriceps surae bewirkten Dislokation des unteren Fragmentes nach hinten kann sehr leicht durch eine Gefäßverletzung kompliziert sein. Durch die scharfe Kante des unteren Bruchstückes kann die unmittelbar hinter ihm verlaufende Art femoralis verlegt oder verletzt werden.

Gregora berichtet über einen derartigen Fall von supracondylärem Femurbruch, bei dem die Art. femoralis durch das Trauma im Adduktorenkanal quer durchgerissen wurde. Die Vene zeigte ein linsengroßes Loch und es kam zur Bildung eines ausgedehnten Haematoms. Es stellte sich Gangraen der Extremität unterhalb der Frakturstelle ein.

Die Frühdiagnose einer subkutanen Gefäßverletzung ist von höchster Bedeutung, da man in der Behandlung darauf bedacht sein muß, günstige Bedingungen für den Kollateralkreislauf zu schaffen. Man legt das verletzte Gefäß frei und versucht, wenn es eben geht, die Gefäßnaht auszuführen. Selbst wenn die Nahtstelle später thrombosiert, so ist für die Entwicklung des Kollateralkreislaufes doch Zeit gewonnen. Die Prognose der Gefäßnaht ist schlecht, wenn das umgebende Gewebe geschädigt ist. Auch könnte man bei subkutanen Gefäßverletzungen daran denken, einen größeren Arteriendefekt plastisch durch Transplantation eines Venenstückes zu decken. Coenen operierte 1913 in Athen ein durch Mauserschuß hervorgerufenes arteriovenöses Aneurysma dadurch, daß er das Aneurysma exstirpierte und den Arterien- und Venendefekt durch Implantation der Vena saphena vom anderen Bein deckte. Trotzdem die

Operation vier Gefäßnähte erforderte, trat keine Störung in der Blutversorgung der unteren Extremität ein. Der Puls in der Arteria dorsalis pedis war gut fühlbar.

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Münster kann ich einen Fall von supracondylärem Femurbruch einfügen, der durch Gefäßverletzung kompliziert, Gangraen der Extremität zur Folge hatte.

Krankengeschichte J. N. 88/26.

Ein 27-jähriger Mann gerät am 19. 4. 1926 in der Nacht unter ein Auto derart, daß ihm beide Beine überfahren werden und er mit dem Oberkörper gegen einen Steinhaufen schlägt. Neben einer tiefen Weichteilwunde am rechten Unterschenkel, einem Abriß des medialen Condylus femoris, einer Patellarfraktur ebenfalls am rechten Knie und einer Luxation des linken Daumens im Endgelenk zeigte der linke Femur röntgenologisch oberhalb der Condylen eine Querfraktur. Das untere Fragment war um Handbreite nach oben, vorn und um Daumenbreite nach außen verschoben. Bei der Aufnahme konnten Zehen und Fuß aktiv nicht bewegt werden. Die Sensibilität im Gebiete des N. saphenus war erhalten. Das vom N. tibialis und peronaeus versorgte Hautgebiet war vollkommen anästhetisch. Das linke Bein wird sofort zwischen Sandsäcken gelagert. Am 20. 4. mittags konnte der Patient für kürzere Zeit geringe Bewegungen des Fußes und der Zehen ausführen. Die Sensibilität war nicht zurückgekehrt. Auf dem Fußrücken zeigte sich bereits geringe cyanotische Verfärbung. Daraufhin wurde sofort die blutige Frakturstellung vorgenommen. Durch einen 20 cm langen Schnitt an der Medialseite gegenüber der Frakturstelle dringt man durch den M. vastus medialis bis auf den Knochen vor. Das untere Fragment zeigte sich nach oben und medialwärts verschoben. Unter großen Schwierigkeiten wird die Fraktur reponiert und bei mittelstark gebeugtem Knie gelingt es, die Reposition zu erhalten. Ein ausgedehntes Haematom, welches sich an der Frakturstelle vorfand, wurde ausgeräumt. Die Art. femoralis lag direkt auf dem unteren Fragment und pulsierte, zeigte aber starke Verdünnung. Die Operationswunde wurde genäht und das Bein durch einen Gipsverband, welcher vom Becken bis zum Vorderfuß reichte, bei mäßig stark gebeugtem Knie fixiert. Am Abend nach der Frakturstellung können die Zehen noch nicht bewegt werden und sind cyanotisch verfärbt. Bei der Kontrolle des Nachts weisen Zehen und Fußrücken anämische und cyanotische Stellen auf. Der Gipsverband wird an der Frakturstelle gefenstert, nach unten hin längs aufgeschnitten und auseinandergebogen. Hiernach scheint sich die Zirkulation etwas zu heben. Die Zirkulationsstörungen nahmen an den nächsten Tagen weiter zu.

Am 24. 4. beginnt sich die Nekrose des linken Fußes etwa auf der Mitte des Fußrückens zu demarkieren. Die Zehen mumifizieren trocken und auf den nekrotisch werdenden Stellen des Fußrückens heben sich große, mit blutig serösem Inhalt gefüllte Blasen ab. Die Temperatur betrug 38°. Am 27. 4. wird der Patient des Nachts unruhig und versucht sich die Verbände abzureißen. Es wird der Gipsverband oberhalb der Maleolen cirkulär abgetragen. Die Demarkationslinie auf der Mitte des Fußes ist jetzt deutlich. Auf dem Fußrücken und am äußeren Maleolus haben sich Blasen gebildet, die abgetragen werden. Unter dem Calcaneus befindet sich eine 3 Mk.-Stückgroße blauverfärbte Hautstelle.

30. 4. Der Patient hat starke Schmerzen an der Frakturstelle und der ganze Unterschenkel ist oedematös geschwollen. Es zeigt sich, daß die Frakturstelle infiziert ist. Sie wird daraufhin eröffnet und drainiert. An den folgenden Tagen nimmt das Fieber zu. Die Temperaturkurve zeigt steile Zacken und der Patient macht einen septischen Eindruck.

Plötzlich am 4. 5. verfällt der Patient in einen bedrohlichen Kollapszustand. Der Puls wird fliegend, klein und ist kaum zu fühlen. Aus der Oberschenkelwunde blutet es stark durch den Gipsverband. Es erfolgt sofortige Operation. Der Oberschenkel wird an der Grenze zwischen oberem und mittlerem Drittel quer abgesetzt. Wegen zunehmenden Verfalls muß am Ende der Operation eine Transfusion von 700 ccm Blut vorgenommen werden, wonach der Patient sich erholt.

Der weitere Heilungsverlauf war gut, und am 8. 7. konnte der Patient nach Anfertigung einer Prothese in ambulante Behandlung entlassen werden. Ein Obduktionsbericht über das amputierte Bein liegt nicht vor. Schon vor der Fraktureinrichtung bestand an der verletzten Extremität eine Zirkulationsstörung die sich durch cyanotische Verfärbung des Fußrückens zu erkennen gab. Es wäre denkbar, daß die Zirkulationsstörung durch eine partielle Kompression der Art. femoralis durch das untere Frakturende oder durch das Hämatom hervorgerufen wurde. Diese Störung müßte dann aber nach Einrichtung der Fraktur und Ausräumung des Hämatoms beseitigt worden sein. Es kann aber auch durch die Überdehnung des Gefäßrohres im Momente der Frakturentstehung zu einem Einriß der Intima und Media bei erhaltener Adventitia gekommen sein deren Einrollung eine partielle Verlegung des Gefäßrohres hervorrief. Im Operationbericht heißt es, daß eine pulsierende aber stark verdünnte Art. femoralis vorgefunden wurde. Vielleicht wurde hier nur die dünne Manschette der Adventitia gefühlt während Intima und Media eingerollt waren. Es ist aber auch möglich, daß es sich vor der Fraktureinrichtung lediglich um eine Verlegung des Ge-

fäßes von außen durch das Hämatom oder durch das untere Frakturende gehandelt hat, während es sekundär bei der in diesem Falle schwierigen Einrichtung zu einer Überdehnung des Gefäßrohres kam. Der hierdurch bedingte Einriß der inneren Arterienhäute kann dann durch Einrollung derselben mit sekundärer arterieller Thrombose zur vollkommenen Verlegung des Gefäßlumens geführt haben. Die Indikation zur Einrichtung der Fraktur war in diesem Falle durch die bestehende Zirkulationsstörung gegeben. Traumen der Kniegelenksgegend, die eine offene oder subcutane Verletzung der Poplitealgefäße zur Folge haben, sind in den meisten Fällen sehr verhängnisvoll, da durch diese Komplikation die Erhaltung des Unterschenkels stark in Frage gestellt wird. Von sämtlichen Gefäßrupturen der Extremitäten ist keine so gefürchtet wie die Zerreißung der Art. poplitea, weil sie fast immer Gangraen des Unterschenkels zur Folge hat. Der Grund für das häufige Auftreten einer Gangraen des Unterschenkels nach Verletzungen der Art. poplitea ist, wie schon erwähnt, in der Anatomie der Gefäße der Kniegelenksgegend zu suchen. Nussbaum hat durch seine Versuche gezeigt, daß von den Kniearterien nur die Art. genus medialis eine Anastomose mit den unteren Knieschlagadern eingeht Die schlechte Anpassungsfähigkeit der Nebenäste der Art. poplitea zur Bildung eines Kollateralkreislaufes, die gering ausgebildeten Anastomosen mit den Unterschenkelgefäßen, der stumpfwinklige oder fast retrograde Abgang der Nebenäste vom Hauptstamm und deren kleines Kaliber sind für die Häufigkeit der Gangraen bei Verletzungen an dieser Stelle mit verantwortlich zu machen. Stoppford weist darauf hin, daß bei Unterbindung der Art. femoralis superficialis dieselben Anastomosen in Funktion treten, wie bei der Ligatur der Art. poplitea und und trotzdem Gangraen in weit geringerem Prozentsatze auftritt. Er glaubt hieraus schließen zu können, daß dem Versagen des Kollateralkreislaufes an dieser Stelle nicht die große Bedeutung für die Häufigkeit der Gangraen zukomme. Erfolgt Verschluß der Art. poplitea in der Höhe des Ursprunges der Aa. articul. genus oder distal davon, so steht dem Blute nur noch der Weg über die kleinen Aa. recurrent. tibial. zum Unterschenkel und Fuß offen. Wird dagegen die Art. poplitea oberhalb des Abganges der Aa. artic. unterbunden, so ist eine gute Anastomose mit dem Stamm der Art. poplitea wiederum durch die Aa. articulares gegeben. Bei Verlegung des oberen Drittels der Art. poplitea finden wir bei 20%, bei Verlegung des mittleren Drittels bei 40% und bei Verlegung des unteren Drittels bei 35% der Fälle Gangraen des Fußes oder Unterschenkels. Es erscheint widersinnig, daß eine Verlegung des Mittelstückes der Art. poplitea trotz der guten Anastomosen zwischen ihrem oberen und unteren Abschnitt sowie

zwischen Art. femoralis und Art. tibialis ant. bei einem so großen Prozentsatz der Fälle Gangraen der Zehen und des Fußes eintritt. Ceelen glaubt herabgesetzte Erweiterungsmöglichkeit der Kollateraläste durch geschwächte Herzkraft und Arteriosclerose für diese Tatsache verantwortlich machen zu können.

Die totalen subkutanen Rupturen der Art. poplitea ohne jede andere Verletzung sind sehr selten. Sprengel sammelte sämtliche in der Literatur von 1850 bis 1930 veröffentlichten Fälle und fand nur 17 derartige Verletzungen, denen er noch eine eigene Beobachtung hinzufügt. In zwei Fällen war der Entstehungsmodus der Verletzung nicht angegeben. Bei den übrigen handelte es sich 11 mal um eine Quetschung, einmal um eine Torsion und in 4 Fällen war eine extreme Extension im Kniegelenk als Ursache für die Entstehung der Gefäßverletzung angegeben. In einem Falle trat Heilung ein nach doppelter Ligatur der Art. poplitea und einfacher Unterbindung der Vena poplitea und außerdem wurde noch ein zweiter Patient durch Arteriennaht vor der drohenden Nekrose des Unterschenkels gerettet (Fall Schumm).

Bei allen übrigen Verletzungen war man nach schnell eingetretener Gangraen zur Absetzung des Unterschenkels gezwungen. Als weitere Ursache für Verletzungen der Kniegelenksarterie kommt die Luxation in Frage. Unter den 4 von Brunner selbst beobachteten Poplitearupturen waren 2 durch Luxation der tibia nach vorn bzw. vorn und innen entstanden, und weitere 8 Fälle, die er aus der Literatur beifügt, hatten dieselbe Entstehungsursache. Unter den 34 von Schulz gesammelten Rupturen der Art. poplitea befinden sich 11, die durch Luxation im Kniegelenk entstanden sind. Die meisten der durch Luxation hervorgerufenen Popliteazerreißungen sind durch Verrenkung der Tibia nach vorn entstanden, so auch die Beobachtungen von Schum, Volkmann und Kjar (zit. nach Gregora). Es ist anzunehmen, daß die hierbei erfolgende übermäßige Extension im Kniegelenk eine wichtige Rolle spielt. Ein Drittel aller von Körte gesammelten Fälle von Gefäßrupturen bei Luxationen wurden durch die Reposition hervorgerufen. Es ist durchaus möglich, daß auch hier, ähnlich wie bei der Schulterluxation, ein großer Teil der Gefäßrupturen durch die Einrenkung hervorgerufen wird. Die Arterie verläuft direkt auf dem Planum popliteum. Proximal ist dieselbe durch den Adduktorenschlitz, distal durch den Arcus tendineus des M. soleus fixiert, wodurch die Ausweichmöglichkeit beschränkt und ihre Dehnbarkeit herabgesetzt wird. Durch Gefäßinjektionen hat Nußbaum gezeigt, daß bei Streckung des Kniegelenkes die Art. Poplitea fast auf dem Knochen liegt, während sie bei Beugestellung um mehr als 1 cm zurückweicht. Buschmakin demonstrierte durch Röntgenaufnahmen injizierter Arterien" daß die

Art. poplitea bei Streckung des Beines sich über der hinteren Kante der Tibia ohne Berührung des Planum popliteum wie eine Saite über ihren Steg spannt, während sie sich bei Beugung des Knies etwas von dem Knochen entfernt". Bei der Schnelligkeit, mit der im Momente der Gewalteinwirkung die Arterie unter Spannung gesetzt wird, ist ihr in den meisten Fällen nicht Zeit gelassen, die volle Dehnbarkeit ihres Rohres zur Geltung zu bringen. Es kommt zu Rupturen der inneren Arterienhäute oder zur vollkommenen Ruptur der Arterie, ehe dieselbe das Maximum ihrer Dehnungsfähigkeit erreicht hat. Besonders bei Einwirkung äußerer Gewalt soll nach Pauselius die durch forcierte Extension hervorgerufene plötzliche Kontraktion der Mm. popliteus, tib. post. und flexor digitorum longus außerordentlich begünstigend für die Entstehung der Gefäßruptur wirken. Jedes gewaltsame Geraderichten einer Ankylose des Kniegelenkes ist zu vermeiden, da hierdurch in nicht allzu seltenen Fällen Ruptur der Art. poplitea mit nachfolgender Gangraen beobachtet wurde. Somit kann allein durch übermäßige Extension, ohne daß dadurch eine Luxation entsteht eine Ruptur der Art. poplitea bewirkt werden, denn durch diese Lageveränderung, die die Art. poplitea bei Streckung des Kniegelenkes erfährt, ist dieselbe am meisten gefährdet, weil die geringste Ausweichmöglichkeit für sie besteht. Da das Gefäß- und Nervenbündel in der Kniekehle durch das wenig ausgebildete lockere Fettgewebe nicht vor Dislokation und Kompression gewahrt werden kann, so wird die Gefahr seiner Verletzung noch erhöht. Aus der chirurgischen Klinik in Münster kann ich über eine eigene Beobachtung von Zerreißung der Art. poplitea durch Luxation im Kniegelenk berichten.

Ein 23 jähriger Arbeiter gerät am 27. 11. 34 mit beiden Beinen in eine Torflademaschine. Er zog sich eine beiderseitige Luxation in den Knien und eine einfache Fraktur des linken Unterschenkels an der Grenze zwischen mittlerem und unterem Drittel zu. Von dem einweisenden Arzt wurden, wie er mitteilt, beide Luxationen und die Fraktur in Narkose eingerichtet, was ihm ohne große Mühe gelang. Das linke Bein wurde am selben Tage noch in Gips gelegt.

Der Patient wird am 29. 11. 34 in die chirurgische Klinik eingeliefert. Der Kranke macht einen erschöpften Eindruck und befindet sich in schlechtem Allgemeinzustande. Das rechte Bein wird krampfhaft gehalten und schmerzt bei Berührung heftig. Zehen und angrenzender Teil des rechten Fußes zeigen bläuliche Verfärbung und Flekkenbildung an der Fußsohle. Nach dem Bericht des Arztes soll bei der Aufnahme in die Klinik der Puls an der Art. dorsalis pedis rechts zu fühlen gewesen sein. Das rechte Kniegelenk ist stark geschwollen, schmerzhaft und verrät bereits bläuliche Verfärbung in der Kniekehle. Aktive Bewegungen mit dem rechten Bein können nicht aus-

geführt werden. Die Sensibilität ist bis zu Anfang des unteren Schaftdrittels aufgehoben.

Das linke Bein saß im Gipsverband. Bewegungen der großen Zehe links sind nicht möglich, dagegen können die übrigen Zehen des linken Fußes ab und zu aktiv bewegt werden. Die Zehen fühlen sich kalt an.

Röntgenologisch konnte an beiden Knien nichts festgestellt werden. Am linken Unterschenkel war die erwähnte Fraktur etwa oberhalb der Schaftmitte zu sehen.

30. 11. 34. Das Befinden des Patienten ist unverändert. Der Puls an der Art. dorsalis pedis rechts ist nicht aufzufinden und Bewegungen sind nicht ausführbar. Der Fuß fühlt sich kalt an. Da das linke Bein schmerzt, wird der Gipsverband abgenommen, und man findet an der Frakturstelle eine Wunde. Es wird sofortige Operation vorgenommen. (Oberarzt Dr. Hertel). In Äthernarkose wird die rechte Kniekehle freigelegt. Das starke Hämatom wird ausgeräumt und es zeigt sich, daß die beiden Gastrocnemiusköpfe abgerissen sind. Der Nerv und die Vena poplitea wurden unverletzt vorgefunden, dagegen ist die Art. poplitea etwa 1 cm oberhalb der Teilungsstelle in Art. tibialis ant. und post. abgerissen. Das proximale Ende ist durch einen Thrombus verschlossen und pulsiert. Der distale Arterienabschnitt fördert kein Blut zu Tage. Nach Resektion der zerrissenen Enden wird die Arterie in Winkelstellung des Kniegelenkes mit Paraffinnähten zusammengebracht. Die Pulswelle geht auch jetzt noch nicht über die Nahtstelle hinaus. Das Kniegelenk wird durch einen Gipsschienenverband nach Schluß der Operationswunde in fast rechtwinkeliger Stellung fixiert.

Am Abend nach der Operation ist am operierten Bein der Puls an der Arteria dorsalis pedis noch nicht festzustellen. Die Zehen bleiben kalt und können noch nicht aktiv bewegt werden.

3. 12. 34. Der rechte Fuß bleibt vollkommen zirkulationslos und verrät bereits Zeichen eintretender Gangraen. Auch die linke Großzehe beginnt nekrotisch zu werden. Am 17. 12. 34 wird der rechte Unterschenkel handbreit unter dem Knie abgesetzt. Der linke Unterschenkel wird durch Zug am Calcaneus in Drahtextension gelegt. Die geschädigte Cirkulation am linken Unterschenkel bewirkt verzögerte Knochenbruchheilung. Infolge des komplizierten Unterschenkelbruches und der Verletzung der Art. poplitea auf der linken Seite haben sich, bewirkt durch Kreislauf- und Sensibilitätsstörungen ausgedehnte Nekrosen der Haut und Muskulatur des Unterschenkels ausgebildet, wodurch seine Erhaltung stark in Frage gestellt wird. Der Unterschenkel wird nur noch am Knie unterstützt, da sich auf den geringsten Druck hin Hautnekrosen einstellen. Tibia und Fibula liegen in der Frakturwunde größtenteils frei zutage. Die Phlegmonen wer-

den inzidiert und drainiert. In diesem Falle war die Prognose der Naht durch die weitgehende Gefäßthrombosierung von vorneherein schlecht. Wegen der großen Festigkeit des Bandapparates sind Luxationen und Subluxationen im Kniegelenk sehr selten. Über Luxationen im Kniegelenk nach hinten, die, wie alle Kniegelenksluxationen nur nach starken Gewalteinwirkungen zustande kommen, liegen nur wenige Beobachtungen vor. Nach Reichel tritt dieselbe dann ein, wenn der maximal gebeugte Unterschenkel durch einen Schlag von vorn getroffen wird. Derartige Versuche lassen sich an der Leiche ausführen. Somit sind Zerreißungen der Art. poplitea infolge Kniegelenksluxationen nach hinten und dadurch bedingte Gangraen des Unterschenkels eine Seltenheit. Bei allen durch Popliteazerreißung komplizierten Kniegelenksluxationen, die ich in der Literatur vorfand, handelt es sich um Luxationen der Tibia nach vorn, ausgenommen zwei Fälle. Graf beobachtete eine Querzerreißung der Art. poplitea bei Subluxation der Tibia nach hinten. Nach Gregora kommt es bei Überschreitung der Elastizitätsgrenze des Gefäßrohres zur Ruptur desselben ähnlich wie „eine Bogensehne, die überspannt wird".

Auch Graf glaubt, daß in seinem Falle nicht die Subluxation und der Druck der scharfen nach hinten dislozierten Tibiakante, sondern die durch die starke Hyperextension des Gelenkes bedingte Überdehnung des Gefäßrohres für die Ruptur verantwortlich zu machen sei.

Ein zweiter Fall wird von Sehmisch mitgeteilt, bei dem bei einer Subluxation der Tibia nach hinten mit subkutaner Querzerreißung der Art. poplitea die Gefäßnaht glückte und der Unterschenkel erhalten blieb. Eine 52-jährige Patientin rutscht auf dem frisch gebohnerten Fußboden aus und zieht sich eine Subluxation des Kniegelenkes nach hinten zu, welche durch eine Querzerreißung der Art. poplitea kompliziert ist. Der Unterschenkel zeigte sofort nach der Verletzung bedrohliche schnell einsetzende Nekrose. Die Subluxation wird reponiert und durch Naht der Art. poplitea gelingt es, der Patientin ein gebrauchsfähiges linkes Bein zu erhalten. Diese zweite von Sehmisch beschriebene Beobachtung von Subluxation des Kniegelenks nach hinten verdient dadurch noch Beachtung, weil es bisher nur in einem weiteren Falle von frischer Totalzerreißung der poplitea gelang, durch funktionstüchtige Naht ein gebrauchsfähiges Bein zu erhalten (Fall Schum).

Wir sehen, wie wenig es bisher gelungen ist, durch Naht der Art. poplitea den Unterschenkel vor Gangraen zu bewahren. Die geringen Erfolge zeigen aber, daß in jedem Falle von frischer Zerreißung unter allen Umständen die Naht angestrebt werden soll. Wir dürfen nicht, wie Schulz es tat, den Schluß ziehen, „daß trotz

aller Fortschritte die Gangraen an dieser Rupturstelle mit Rücksicht auf die Anatomie dieser Gegend unvermeidlich sei". Nach Reichel führt die Zerreißung der beiden großen Kniegelenksgefäße ausnahmslos zur Gangraen des Unterschenkels. Wie die Anatomie der Kniegelenksgegend zeigt, ist schon die normale Art. poplitea in hohem Grade der Rupturgefahr ausgesetzt. In noch viel höherem Maße wird es der Fall sein, wenn eine pathologisch veränderte, z. B. arteriosclerotische Arterie, deren Gefäßwandelastizität herabgesetzt ist, von einem Trauma getroffen wird, oder wenn durch narbige Veränderungen und Verwachsungen des Gefäßes mit den Weichteilen der Umgebung eine weitere Fixation der Arterie erfolgt. Zur Erklärung des Rupturmechanismus sei erwähnt, daß wie bei fast allen subkutanen Gefäßrupturen, so auch bei den Frakturen und Luxationen die Quetschung und Überdehnung gemeinsam für die Gefäßzerreißung verantwortlich zu machen sind.

Subkutane Rupturen der Art. poplitea im Gefolge von Frakturen sind eine etwas häufigere Erscheinung als bei den Luxationen, aber trotzdem im Vergleich zur Häufigkeit der Frakturen ein sehr seltenes Vorkommnis. Die Frakturenden können durch Anspießen, Kompression oder Zermalmen des Gefäßrohres eine Ruptur desselben hervorrufen. Auch direkte Schußverletzungen der Art. und Schußfrakturen mit sekundärer Gefäßläsion können zur Gangraen des Unterschenkels führen. John berichtet über einen derartigen Fall von Schußfraktur des Unterschenkels, bei dem die Art. poplitea durchtrennt wurde, die Vene aber erhalten blieb. Die Arterie wurde ligiert. Drei Monate später, nachdem die Fraktur- und die Operationswunde glatt geheilt waren, zeigte sich beginnende Gangraen der Zehen bis zu den Metatarsalgelenken. Die Gangraen demarkierte sich an der Mitte des Unterschenkels.

Außer den Frakturen und Luxationen können alle Arten des stumpfen Traumas: direkte Quetschung, Zerrung, Torsion, Schlag oder Stoß eine Ruptur der Art. poplitea zur Folge haben. Böttcher nimmt an, daß forcierte Muskelaktion allein schon ausreichen kann, das Gefäß auf das Äußerste zu spannen um es dadurch zur vollkommenen oder unvollkommenen Ruptur zu bringen. Die Ursache dafür, daß unter den Schlagadern die Art. poplitea relativ häufig durch stumpfe Gewalten betroffen wird, liegt einerseits in der topographischen Lage des Gefäßes begründet, andererseits dürfte der Umstand mitwirken, daß gerade die untere Extremität mehr als alle anderen Körpergegenden Traumen des täglichen Lebens ausgesetzt ist. Ein typische Überdehnungsruptur beobachtete Gregora. Bei einem Fußballspieler kommt es durch Anspringen des Gegenspielers gegen den Oberschenkel zu einer plötzlichen Belastung desselben, die eine gewaltsame Recurvation im Kniegelenk bewirkt. Die Folgen

dieser Überdehnung sind ein Einriß der hinteren Kapselwand und eine Ruptur der Art. poplitea mit nachfolgender Gangraen des Unterschenkels.

Auch bei den stumpfen Traumen sind es hauptsächlich Quetschung und Überdehnung, die meistens miteinander kombiniert, die Gefäßruptur bewirken. Unter den Fällen von Schulz finden wir neunmal und in der Zusammenstellung von Herzog 15 mal Quetschung als Ursache der Poplitealruptur angegeben. Da der Art. poplitea fast jede Weichteildecke fehlt, so ist es leicht zu verstehen, daß z. B. durch ein darübergehendes Wagenrad die Arterie gegen das Planum popliteum als Widerlager angepreßt wird und rupturiert, während der Knochen selbst unverletzt bleibt. Bestand im Momente der Gewalteinwirkung eine Hyperextension des Gefäßrohres, so ist leicht einzusehen, daß dieselbe eine Zerreißung des Gefäßes begünstigen muß. Bartsch berichtet über drei besonders typische Fälle von subkutaner traumatischer Zerreißung der Kniekehlenschlagader, die durch Einwirkung stumpfer Gewalt entstanden sind.

Fall 1: Ein 67-jähriger Knecht geriet mit dem rechten Oberschenkel knapp oberhalb des Kniegelenkes unter das Vorderrad eines beladenen Kohlenwagens. Fernab vom Orte der Gewalteinwirkung kommt es zu einer subkutanen unvollkommenen Zerreißung der Kniekehlenschlagader. Das Kniekehlenhaematom wird ausgeräumt, aber trotzdem kommt es zu einer Gangraen des Unterschenkels. Durch Überdehnung war es zu einer Ruptur der inneren Arterienhäute des sclerotischen Gefäßes gekommen, deren Einrollung zusammen mit einer obturierenden Thrombose zu einem Ventilverschluß des Gefäßes führte.

Fall 2: Ein 53-jähriger Sägereiarbeiter erhält mit einer Bremsstange einen Stoß in die linke Kniekehle. Es kommt zu einer vollständigen subkutanen Ruptur der Art. poplitea mit starker periarterieller Haematombildung. Der Bluterguß übte einen Druck auf den N. tibialis und peronaeus aus und hemmte die Ausbildung des Kollateralkreislaufes. Es trat Gangraen des Unterschenkels ein.

Fall 3: Es handelt sich hier wiederum um eine vollkommene subkutane Ruptur der Art. poplitea bei einem 19-jährigen Tagelöhner, dem ein Wagenrad derart über den Oberschenkel fährt, daß die Kniekehlengefäße in der Gegend des Hunterschen Kanals gegen die Linea aspera gequetscht werden. Die Art. poplitea wurde durchquetscht und schien wie mit einem Messer durchschnitten. Nach Entfernung des Haematoms wurden die Gefäßenden durch zirkuläre Naht miteinander vereinigt. Es kam zur Bildung einer Throm-

bose an der Nahtstelle, die zur Gangraen des Unterschenkels führte. Bei der großen Bedeutung einer subkutanen Gefäßverletzung ist eine richtige und frühzeitige Feststellung von größter Bedeutung, denn nur dann kann die Gefäßnaht mit vollem Erfolge ausgeführt werden.

Die Diagnose einer frischen Gefäßruptur kann aber manchmal recht schwierig sein. Mit dem Fehlen des peripheren Pulses ist noch keineswegs die Ruptur bewiesen. Bei Frakturen und Luxationen können die dislozierten Knochenenden das Gefäß komprimieren, ohne es zu verletzen. Ein durch Verletzung eines Seitenastes der Art. poplitea entstehendes Haematom kann den peripheren Puls zum Verschwinden bringen. Auch beim traumatisch-segmentären Gefäßkrampf fehlt vorübergehend der Puls in der Peripherie. Bei partiellen Rupturen ist der Puls entweder ganz aufgehoben, oder die Pulswelle ist schwächer. Der Schmerz an der Rupturstelle ist als Symptom einer Verletzung nicht zu werten, da er bei Zerreißung der inneren Arterienhäute fehlt. Ein Haematom braucht nicht in jedem Falle vorhanden zu sein. Besteht ein primäres arterielles Haematom, so kann dasselbe Pulsation zeigen. Das Wahl'sche Symptom, welches bei partiellen Gefäßrupturen durch Wirbelbewegung des Blutstromes infolge Wandretraktion und Bildung eines wandständigen Thrombus entsteht, kann auch fehlen. Wertvolle Symptome sind Motilitäts- und Sensibilitätsstörungen des Beines sowie Kühle und Verfärbung desselben. Kommt es nach einem stumpfen Trauma der Kniegelenksgegend zu einer Schwellung, Empfindungsstörung und Pulslosigkeit in den peripheren Arterien, so muß man an eine Ruptur der Art. poplitea denken und in nicht eindeutigen Fällen ist die Arterie probeweise freizulegen. Zur Klärung der Diagnose wäre in unklaren Fällen eine röntgenologische Untersuchung der mit einem Kontrastmittel injizierten Arterie vorzunehmen.

Die meisten Autoren halten eine Totalruptur der Art. poplitea für durchaus ungünstig. Nur S c h u m vertritt die Ansicht, daß die Unterbindung der Art. poplitea in komplikationslosen Fällen den Unterschenkel keineswegs so stark gefährdet, wie man im allgemeinen annimmt. Er beobachtete nach Ligatur des Gefäßes niemals eine Gangraen des Unterschenkels. Ist die Ruptur durch eine Luxation, Subluxation oder Fraktur entstanden, so muß zunächst dieselbe reponiert werden. Ein etwa vorhandenes Haematom soll sofort ausgeräumt werden, da demselben durch Kompression der Kollateralgefäße ein großer Teil der Schuld für die Entstehung der Gangraen beizumessen ist und in jedem Falle ist zur Wiederherstellung normaler Verhältnisse die Naht des Gefäßes anzustreben. Ist eine Gefäßnaht nicht möglich, so soll die Ligatur vorgenommen werden. Ob durch gleichzeitige Venenunterbindung eine Besserung der Zirkulation ein-

tritt, ist fraglich. Osawa und Usami beobachteten eine Verhütung der nach Unterbindung der Art. poplitea drohenden Gangraen des Unterschenkels durch sofortige Entfernung der drei untersten Lumbal- und drei obersten Sakralganglien des Sympathicus durch Laparatomie. Sie glauben, daß die Resektion des Lumbo-sacralen Grenzstranges des N. Sympathicus auch bei anderen Fällen von schwerer Zirkulationsstörung der Beine der periarteriellen Sympathektomie vorzuziehen sei. Auch die Nervenzerreißungen spielen bei den Gefäßverletzungen eine große Rolle. Nach Holl werden zur Bildung des Kollateralkreislaufes stets die unter sich anastomosierenden Vasa nervorum durch Erweiterung ihres Lumens herangezogen, sodaß hier eine gewisse Gesetzmäßigkeit vorliegt.

Unkomplizierte Gefäßverletzungen des Unterschenkels haben in den seltensten Fällen Gangraen zur Folge, da bei Leitungsunterbrechung in einem Hauptgefäß ein gut ausgebildeter Kollateralkreislauf für ausreichende Ernährung des unteren Gliedabschnittes sorgt, wenn auch rudimentäre Formen von Ernährungsstörungen häufiger beobachtet werden. Wie v. Suzani glaubt, sind schwere Ernährungsstörungen der Extremitäten bei Frakturen nicht so selten, wie man nach der Literatur annehmen sollte. Die ischämische Muskelkontraktur, die Knochenatrophie und teilweise auch die Pseudathrose sind wahrscheinlich Folgen mittelschweren Grades von Ernährungsstörungen. Er beschreibt 4 Fälle von Beingangraen bei Unterschenkelbrüchen, welche alle primär ein abnorm starkes Haematom und deutliche Störungen der Blutversorgung im distalen Abschnitt der Extremität aufwiesen. Es scheint also, daß auch Zerstörungen mehrerer kleinerer Arterien zu starken Ernährungsstörungen führen können. In einem Falle wurden nach dem Vorschlage Neugebauers Entspannungsschnitte angelegt, um dem Haematom Abfluß zu verschaffen und dadurch die komprimierten Kollateralen zu entlasten. Ein Erfolg war nicht festzustellen. Im Gegenteil, die artifizielle Weichteilverletzung führte zur Infektion mit nachfolgendem feuchten Brand, der vorher nicht geschädigte Teile der Extremität und das Leben des Patienten äußerst gefährdeten. Wir sehen also, welche verderbliche Rolle die Infektion in solchen Fällen spielen kann. Aus diesem Grunde empfiehlt v. Suzani das lokale Haematom durch konservative Methoden wie temporäre Hochlagerung mit vorsichtiger zentripetaler Massage zu beseitigen. Bei drohender Gangraen kann die Arteriographie Aufklärung darüber geben, ob schnell amputiert werden muß oder ob bei konservativer Behandlung eine Erholung der Extremität zu erwarten ist. Durch Absetzung an der Frakturstelle ist es unter Umständen möglich, an Stumpflänge zu sparen, sodaß bei traumatischer Gangraen eine Absetzung im Gesunden nicht unbedingt erforderlich ist.

Wie wir sehen, ist bei Gefäßverletzungen an der unteren Extremität die Gefahr der Gangraen größer als an der oberen. Rieder stellte die Gefäßverletzungen aus dem Eppendorfer und Barmbecker Krankenhause zusammen: bei insgesamt 112 Gefäßoperationen wurde in 16 Fällen = 14,3% die Naht ausgeführt und in 96 Fällen = 85,7% wurde unterbunden. Die Gangraen betrug bei den genähten Fällen 0,8%, bei den Unterbindungen 8,9%. Gelingt die Naht, so ist sie trotz der komplizierten Technik und der größeren Gefahr bei eintretenden Infektionen die bessere Methode, da durch sie wieder absolut physiologische Gefäßverhältnisse hergestellt werden. Welchen Weg soll man nun bei Gefäßverletzungen einschlagen? Rieder versucht die Indikationsstellung für beide Methoden genauer zu präzisieren.

Erlaubt der Allgemeinzustand des Patienten nur einen kleinen Eingriff und für all die Fälle, wo man gezwungen ist, im infizierten Gewebe zu operieren, ist die Naht kontraindiziert. Weiterhin hat es keinen Wert kleine, für die Ernährung unwichtige Gefäße zu nähen. Aus diesem Grunde ist die Naht der Carotis externa, Femoralis profunda sowie der paarig angelegten Unterarm- und Unterschenkelgefäße überflüssig. Dagegen ist in jedem Falle von Verletzung der Subclavia, Iliaca com., Poplitea und der Femoralis oberhalb des Abganges der Profunda und im Adduktorenschlitz die Naht zu erstreben.

Soll die Ligatur eines Gefäßes vorgenommen werden, so leistet das Henle-Coenen'sche Zeichen für die Beurteilung eines ausreichenden Kollateralkreislaufes gute Dienste. Ist das Kollateralzeichen positiv, so kann bei Verletzungen der Axillaris, Brachialis, Iliaca externa und Femoralis unterhalb des Abganges der Profunda ohne sehr große Gefahr die Ligatur vorgenommen werden. Zur Vermeidung von Embolien durch Venenthromben und um eine Ernährungsstörung der Extremität durch zu großen Blutabfluß zu verhüten, soll in allen Fällen von Arterienligatur die benachbarte Vene mit unterbunden werden.

Literaturverzeichnis.

Heidrich, Leopold: Über Ursache und Häufigkeit der Nekrose bei Ligaturen großer Gefäßstämme. Beiträge zur klinischen Chirurgie. 1921, 124, S. 607—638.

Rieder, Wilhelm: Erfahrungen über die Gefäßchirurgie bei Kriegs- und Friedensverletzungen. Beiträge zur klinischen Chirurgie 1923, 129, S. 282—295.

Ceelen: Über Extremitätenbrand. Arch. für klinische Chirurgie 1932, 173, S. 742.

Lexer, Erich: Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie. 1931, Bd. 1, S. 482.

Scheffler, Hans: Über Friedensverletzung der großen Gefäße. Beiträge zur klinischen Chirurgie. 1923, 128, S. 639—659.

Schirmer, Hellmut: Ruptur der Arteria axillaris bei Schulterluxation. Centralblatt für Chirurgie 1932, 59, S. 1433—1436.

Lexer, Erich: Zerreißung der Achselhöhlengefäße bei Einrenkung einer Schulterluxation. Zentralblatt für Chirurgie 1931, 58, S. 2323.

Gregora, Hans: Extremitätengangraen nach subcutaner Gefäßruptur. Beiträge zur klinischen Chirurgie 1927, 140, S. 199—209.

Andler, Rudolf: Über die Behandlung hoher Oberarmfrakturen und über die Indikation zur Operation nebst Mitteilung eines bemerkenswerten Falles von Arterienruptur. Arch. für klinische Chirurgie 1924, 132, S. 139—140.

Ladwig, A.: 2 Fälle von Naht der Arteria brachialis. Arch. für klinische Chirurgie, 1931, 1664, S. 745.

Roedelius, E.: Fingergangraen nach Operation Dupuytrenscher Kontrakturen. Zentralblatt für Chirurgie 1930, S. 936—939.

Freudenthal, Poul: Ein Fall von Mumifikation eines Fingers. Ugeskr. Laeg. 1932, S. 468—469. Referat: Zentralorgan für die gesamte Chirurgie 1932, 59, S. 390.

Behrend: Über Zerreißung großer Gefäße. Zentralblatt für Chirurgie. 1929, 56, S. 1566.

Küttner-Baruch: Der traumatisch-segmentäre Gefäßkrampf, Bruns Beiträge zur klinischen Chirurgie. 1920, 120, S. 1—24.

Reichle: Zur Frage des traumatisch-segmentären Gefäßkrampfes. Bruns Beiträge zur klinischen Chirurgie. 1921, 124, S. 650.

Boyksen: Über den Brand der Extremitäten nach Verletzung der Gefäße durch fernwirkende, mechanische Gewalt Mün. med. Wochenschr. 1917, S. 628.

Braeuker: Gibt es eine traumatische Arteriitis? Arch. für klinische Chirurgie. 1932, 173, S. 781.

Gaertner, Hellmuth: Über Gefäßverletzungen nach suprakondylärer Humerusfraktur. Inaugural-Diss. Breslau 1920.

Finaly: Akute Gangraen infolge traumatischen Gefäßkrampfes. Nederlandsch. tiydschr. v. geneesk Jahrg. 70. Ref.: Zentralorgan für die gesamte Chirurgie 1926, 35, S. 106.

Leibovici, R.: Gangréne du pied après ligature de la femorale commune, traitée par l'amputation retardée et économique. Bull. Soc. nat. Chir. 55, S. 157—161, (1929). Ref.: Zentralorgan für die gesamte Chirurgie. 1929, 47, S. 605.

Coenen, Hermann: Ideale Aneurysmaoperation. Centralblatt für die gesamte Chirurgie und ihre Grenzgebiete 1913, 1, S. 723.

Stopford, John. S.: A. cause for the frequent occurence of gangrene after ligature of the popliteal artery. Ref.: Zentralorgan für die gesamte Chirurgie. 1925, 29, S. 162.

Schum, Heinrich: Unblutige Luxation im Kniegelenk mit Zerreissung der Art. poplitea, nachfolgende Gangraen des Unterschenkels ohne äußere Wunde. Beiträge zur klinischen Chirurgie 1919, 114, S. 507.

Herzog, Ulrich: Über traumatische Gangraen durch Ruptur der inneren Arterienhäute. Beiträge zur klinischen Chirurgie. 1899, 23, S. 647.

Sprengel, Herbert: Über totale subcutane Rupturen der Art. poplitea ohne jede andere Verletzung, in Anlehnung an eine eigene Beobachtung. Inaug. Diss. Hamburg 1930.

Bartsch: Über subcutane, traumatische Zerreißungen der Kniekehlenschlagader. Wiener klinische Wochenschr. 1932, 45, S. 328—332.

John, I. C.: Ein Fall von Gangraen des rechten Fußes nach Schußverletzung der Art. poplitea. Ref.: Zentralorgan für die gesamte Chirurgie und ihre Grenzgebiete. 1914, 6, S. 256.

Osawa u. Usami: Verhütung der nach Unterbindung der Art. poplitea drohenden Gangraen des Unterschenkels durch Resektion des lumbosakralen Grenzstranges des Nervus Sympathicus. Zentralblatt für Chirurgie 1926, 53, S. 326—328.

Sehmisch, W.: Subluxation des Kniegelenkes nach hinten mit Zerreißung der Art. poplitea. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. 1934, 243, S. 621—627.

v. Suzani: Über Beingangraen bei Unterschenkelbrüchen. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie 1933, 240, S. 271.

Neugebauer: Gangraen der Extremitäten. Monatsschrift für Unfallheilkunde. 1930, 37, S. 136.

Rieder, Wilhelm: Naht oder Ligatur bei kommunizierenden Hämatomen unter besonderer Berücksichtigung der Dauerergebnisse. Arch. für klinische Chirurgie. 1926, 141, S. 625—627.

Spalteholz, Werner: Handatlas der Anatomie des Menschen. 1929, Bd. 1 und Bd. 2.

Lebenslauf.

Wurde am 5. Mai 1912 als Sohn des Brennereibesitzers Hubert Northoff in Ostenfelde b. Oelde i. W. geboren. Besuchte 4 Jahre die Volksschule in Ostenfelde und 9 Jahre das Gymnasium nebst Deutscher Oberschule in Warendorf. Im Jahre 1931 bestand ich in Warendorf die Abiturientenprüfung, und am Ende des Sommersemesters 1933 in Münster, nach 5 semestrigem Studium an der dortigen Wilhelms-Universität die ärztliche Vorprüfung. Im ersten und zweiten klinischen Semester studierte ich an der Universität in Hamburg und die übrigen 4 Semester bis zur ärztlichen Staatsprüfung an der Universität in Münster i. W.